

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövők anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

142. évfolyam

2009/6. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

Vaskohászat

1 Illés Péter

Gazdasági előnyökkel járó műszaki megoldások az ISD Dunaferr Zrt. Meleghengermű hengerforgalmazásában

Öntészet

9 Hajo, Dieringa – Kainer, Karl Ulrich

Magnéziumötvözetek technológiai tulajdonságai és lehetőségei

Fémkohászat

23 Demeter Dániel – Kokas Péter

A Linde szerepe a fémkohászatban, az „Alacsony hőmérsékletű 'lángnélküli' oxigénes tüzelés” bemutatása

Jövőnk anyagai, technológiai

31 Buza Gábor

A lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyai I.

Kaptay György

37 Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 2. rész. A határfelületi összehúzó erő

Egyesületi hírmondó

47 Választmányi ülés

49 Az OMBKE öntészeti szakosztályának vezetőségi ülése

50 A dunaújvárosi alma mater előtt tisztelgő szakestély

51 Egyetemi hírek

51 Múzeumi hírek

52 Köszöntések

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

Péter Illés: Technical solutions associated with economic advantages in the roll traffic of ISD Dunaferr Zrt. hot-rolling mill... 1

The article summarizes a nearly five year work concerning forming tools of the hot-rolling mill. The main task was to achieve maximal production capacity and roll life-time, to cut the specific roll costs and increase the efficacy of the roll traffic. In order to perform this, the duration of the back-up roll cycles and in some finishing mills the roll change cycles were increased, a new geometry of working rolls was established, further trafficability of damaged back-up rolls was ensured, costs of pattern rolls were decreased and a new recording software was developed for mill elements.

Dieringa Hajo – Karl Ulrich Kainer: Technologic properties and possibilities of magnesium alloys 9

The article gives a short review of the past and current use of foundry magnesium alloys. Authors present the usual alloys and the newest developments aimed particularly at hot strength and creep-resistance. Through the examples of some parts we can learn alloys already applied. For presenting differences between methods, comparing mechanical tests were performed on specimens cast by semi-solid (half liquid - half solid) and high pressure foundry methods. Finally, the authors inform us on corrosion problems of magnesium alloys and their solutions as well as a new development in the area of secondary alloys.

Dániel Demeter – Péter Kokas: Linde's role in nonferrous metallurgy, presenting "Low temperature firing with oxygen, 'without flame'" 23

In their lecture on the 10th professional day of nonferrous metallurgy (Sept. 25. 2009. Miskolc) the authors presented

services offered for metallurgical plants by Linde and the most up-to-date burner family. The article provides the material of the lecture.

Gábor Buza: Energetic conditions of material processing with laser beam I.

Or: What consumes the energy?... .. 31
Laser beam material processing technologies can be achieved all over the world. In spite of it, only a small part of specialists engaged in material processing could learn the wide-ranging applications offered by the laser beam. There are still less of them familiar with details of energetic conditions of the whole laser beam material processing. In this series of articles I review the energetic features of the laser beam as a special kind of electromagnetic radiation, accentuating the special characteristics of most important (most frequent) beam sources, through some well-known methods. In spite of the fact that the results of interaction of the radiation and material can be discussed basically being aware of physical phenomena and laws, yet in this article the technical-technologic way of discussion dominates.

György Kaptay: Interfacial phenomena in metallic materials technologies (a series of papers). Part 2. The interfacial anti-stretching force 37

In the second part of this series of papers the general equation for the interfacial anti-stretching force is derived and its role in some actual technologic situations is presented. This force is the basis to define contact angles or to calculate the critical volume of detaching bubbles as function of liquid properties, nozzle size, gas flow rate and rotational speed of the rotor. The same force determines the maximum stable size of raising gas bubbles in liquids.

ILLÉS PÉTER

Gazdasági előnyökkel járó műszaki megoldások az ISD Dunafer Zrt. Meleghengermű hengerforgalmazásában

A Meleghengermű alakító szerszámaival kapcsolatos közel ötévi munkásságot foglal össze a cikk. Fő feladat a hengerek minőségének javulásával a termelési kapacitás és a hengerek élettartamának maximalizálása, a fajlagos hengerköltség csökkentése, valamint a hengerforgalmazás hatékonyságának növelése volt. Ennek érdekében növelték a támhengerciklusok hosszát, egyes készsori állványokban a hengereserciklust meghosszabbították, új munkahenger-geometriát alakítottak ki, sérült támhengerek továbbforgalmazhatóságát biztosították, a mintás hengerek költségét csökkentették, valamint új állványelem nyilvántartó szoftvert fejlesztettek ki.

1. Bevezetés

Az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerműve (továbbiakban Meleghengermű) 1960 óta gyárt melegen hengerelt termékeket. Az elmúlt több mint 45 év alatt hatalmas fejlődésen ment keresztül. A fejlődést a piac növekvő elvárásai, igényei kényszerítették ki. Annak érdekében, hogy a Meleghengermű meg tudjon felelni a piaci igényeknek, olyan berendezéseket, termelőeszközöket, szerszámokat kell alkalmazni, melyekkel nagyobb mennyiségben és jobb minőségben tud terméket előállítani.

A legfontosabb termelőeszközök a hengerművekben a hengerek. A hengerművek megnövekedett igényeit az egyre

nagyobb teljesítményű hengerek előállításával igyekeznek kielégíteni a henger-gyártók. A nagyobb teherbírású és nagyteljesítményű hengerekkel a hengerelt mennyiség növelhető, de annak érdekében, hogy a henger futásteljesítménye maximálisan kihasználható legyen, és a hengermű teljesítménye a lehető legnagyobb mértékben növekedjen, nálunk is a hengerforgalmazási szabályok gyökeres átgondolására volt szükség.

2. A Meleghengerműben forgalmazott hengerek

A Meleghengermű termelőberendezéseinek kiszolgálására különböző típusú és méretű hengereket alkalmazunk.

A technológiai sorrendben a legelső az előnyújtó berendezés függőleges henger-állványának hengerei. Ezeket a hengereket régebben a Meleghengermű alakította át elhasználódott kovácsolt előnyújtói vízszintes vagy készsori támhengerekből, azonban mostanában már újonnan szerzi be. Átméretartomány: 1040–930 mm. Gyártó által vállalt garancia: 3 300 000 tonna.

A következő állvány a vízszintes előnyújtó, mely duó rendszerű. Az előnyújtói vízszintes hengerek kovácsolt, illetve öntött kivitelűek lehetnek. Átméretartomány: 1200–1020 mm. A gyártók által vállalt átlagos garancia: 550 000 tonna.

A készsori hengerek két fő csoportra oszthatók, mégpedig munkahengerekre és támhengerekre. A munkahengerek, gyártási módszereiket tekintve, lehetnek statikus, illetve centrifugálöntésű hengerek, monoblokk, illetve kéregöntéssel. A készsori munkahengerei tartósságukat (összetételüket) tekintve a hagyományos, illetve növelt tartósságú hengereken kívül magas Cr-ötvöztetésű hengerek. Átméretartományuk 670–600 mm, illetve 650–600 mm.

A gyártók által vállalt átlagos garanciák:

- 670-es növelt tartósságú – 210 000 t;
- 670-es Cr-os – 300 000 t;
- 650-es növelt tartósságú – 170 000 t;
- 650-es mintázati célú (hagyományos hengerek) – 120 000 t.

A készsori támhengerei kovácsolt, illetve öntött hengerek, melyek manapság 3–5% krómmal ötvözöttek. Átméretartomány: 1300–1145 mm, illetve a VI. állványban 1500–1385 mm. A gyártók által vállalt átlagos garancia: I–V. támhenger – 5 000 000 t; VI. támhenger – 4 500 000 t.

Az utóbbi években folyamatos kísérletek folynak a Meleghengermű termelési körülményei között legjobban teljesítő henger típusok kiválasztására. Több kísérleti

Illés Péter kohómérnök az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerművének technológiai osztály-vezetője. 2001-ben végzett a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán alakítástechnológusként. Az utolsó tanévben párhuzamosan a Dunaújvárosi Főiskolán tanszéki mérnök-ként dolgozott, majd az akkori Dunafer Acélművek Kft.-nél helyezkedett el. Rövid időn belül kinevezték technológiai osztályvezetőnek. Munkaterülete a Meleghengermű technológiájának, a termékek minőségének folyamatos elemzése, fejlesztése, valamint a hengerforgalmazás felügyelete. Fő érdeklődési köre a melegen hengerelt szalagok szelvényalakja és síkfekvése, azok összefüggése, valamint javítása.

Munkája mellett a Dunaújvárosi Főiskolával tudományos kapcsolatot tart fent, oktatóként vesz részt a Dunafer által szervezett szakmai képzésekben. 2003 óta rendszeresen tart előadásokat az OMBKE Dunaújvárosi szervezetének szakmai napjain. 2005-ben kiemelkedő egyesületi munkájáért kitüntetésben részesült.

A dolgozat az OMBKE által a fiatal szakemberek számára kiírt pályázaton 1. díjat nyert.



■ 1. ábra. A Meleghengermű készsora

célú szállítás, és – a gyártókkal közösen végzett – adatértékelés eredményezte a jelenlegi összetételű hengerparkot.

Az 1. ábra a Meleghengermű készsorát mutatja a készsor elé kikészített munkahengerekkel.

3. A hengerek forgalmazása, megmunkálása

Hengerforgalmazásnak nevezzük a Meleghengermű alakítószerszámainak megfelelő minőségben való folyamatos biztosítását a hengersor számára.

A hengerek nagy értéket képviselnek a hengerlés technológiájában, mind a fontosságuk, mind a gazdasági ráfordítás miatt. Éppen ezért a hengergazdálkodás nagyon összetett feladat, hiszen a műszaki és gazdasági szempontok között kell az optimumot meghatározni úgy, hogy közben a termelés zavartalan legyen.

A hengerforgalmazás felőleli a henger teljes életútját. Ide tartozik a hengerek beszerzésének előkészítése, a beérkezés utáni idegenáru ellenőrzés, a hengerek megfelelő minőségű sorozatos újraköszörülése, a csapágyak és csapágytökök szerelése, revíziója, a mintás hengerek mintáztatása, a sérült hengerek kezelése, folyamatos ellenőrző mérések végzése, a teljes folyamat dokumentálása.

A hengerek felhasználása során szerzett tapasztalatok szükségesek a reális megítéléshez a későbbi beszerzések előkészítése-

kor és a gyártási folyamatok tervezésekor. Az új beszerzésű – a mi körülményeink között forgalmazott – hengerek felhasználási tapasztalatai megerősíthetik vagy megcáfolhatják a gyártók által referenciaként említett cégeknél tapasztaltakat.

Az egy garnitúrában kihengerelhető szalagmennyiséget lényegében a hengerek teljesítőképessége szabja meg, mivel munkájuk közben kopnak. A hengerek túlzott kopása a hengerelt szalag szelvényét, felületi minőségét rontja, szélsőséges esetben a készsorban való vezethetőséget is károsan befolyásolja. Ezek miatt a hengereket forgalmazásuk során minden egyes garnitúra után újra olyan állapotba kell hozni, hogy velük megfelelő minőségű szalagot biztonságosan tudjunk hengerelni. A henger felületéről köszörüléssel eltávolítják a kopott kérget és a henger újra hengerlésre alkalmas állapotba kerül. A köszörüléssel eltávolított kéregvastagság a henger fogyása, melyet átmérőben veszünk figyelembe.

Egyértelmű, hogy a különböző típusú hengerek különbözőképpen kopnak, ami azt jelenti, hogy a különböző hengereknél különböző mértékű a lemunkált rétegvastagság is.

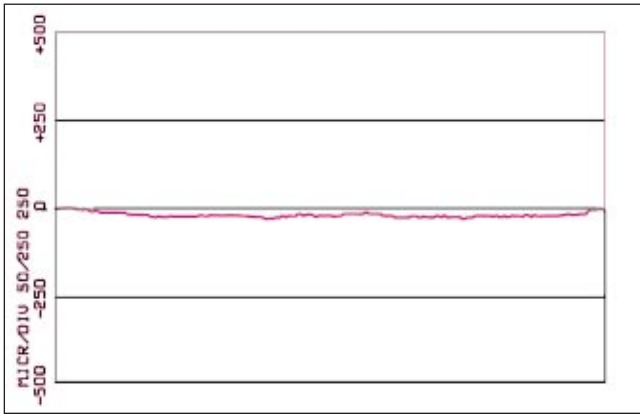
A hengerek esetenként sérüléseket szenvedhetnek el a beépítésük során – ez leginkább a munkahengerekre jellemző –, mely sérülések a további forgalmazhatóságot nagymértékben befolyásolják. A sérülések mértéke alapján kell dönten a hen-

gerek továbbforgalmazhatóságáról. Jelenleg a Meleghengerműben csak egy olyan köszörűgép van, melyen repedésvizsgáló működik, így folyamatos kapcsolatban vagyunk az anyagvizsgálókkal, akik ultrahangos, illetve potenciálszondás repedésmélység meghatározó vizsgálatokkal segítik a döntés meghozatalát. A sérülések jellegét tekintve könnyű és súlyos sérüléseket különböztetünk meg. A repedések, kipergések és a vízhálós sérülések még lemunkálással korrigálhatók, de a palástleválás, a hengertest törése már szükségessé teszi a forgalomból történő kivonást. Speciális esete a sérüléseknek a csaptörés, illetve a csaprepedés, ami munkahengerek esetén csapfelöntéssel alkalmassá teszi a hengert a további beépítésekre, de csak oly módon, hogy a felöntött hengerschap nem lehet a hajtott oldalon.

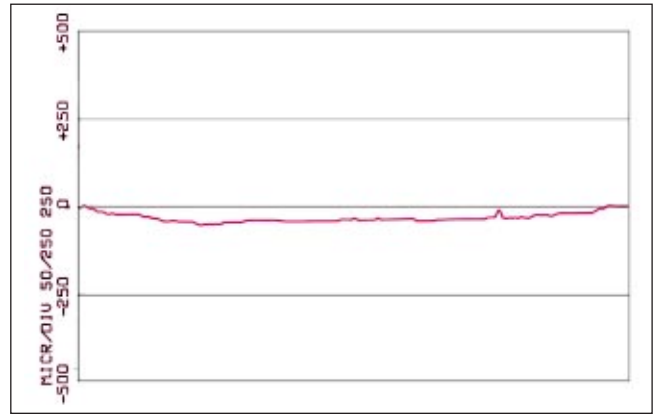
A nagy átmérőjű hengereknél, mint pl. támhenger, előnyújtóhenger, a csapfelöntés nem oldható meg, így ezeket a hengereket ilyen típusú sérülés esetén ki kell vonni a forgalomból.

A támhengerek csapsérülésénél lehetséges egyéb javítható sérülés (kisebb benyomódás vagy repedés), melyet a hengerschap felszabályozásával lehet javítani. Ebben az esetben a hengerschap lemunkálásával állítjuk elő az új futófelületet. Ennek a felszabályozásnak, lemunkálásnak a mértéke véges, nem lehet a felszabályozást korlátlan számban elvégezni ugyanazon a támhengerschapon.

A hengerforgalmazás egy összetett folyamat, hiszen a termelés folyamatosságának biztosítása megfelelő mennyiségű és minőségű henger nélkül elképzelhetetlen. Nem elég azonban a hengerek rendelkezésre állása, egyéb ismeretekre is szükség van a beépíthetőségük meghatározásához. Ezek az ismeretek a hengerekre és a hengerállványokra egyaránt kiterjednek, hiszen csak együttesen lehet kezelni a hengert annak a helynek a műszaki adottságával, ahová beépíteni kívánjuk. Ezért is van szükség komoly mérési sorozatok elvégzésére, melyek segítik a forgalmazásban újonnan bevezetni kívánt változtatások megítélését; ezeket a méréseket rendszerint kísérleti programok keretében – sokszor hónapokon keresztül – végezzük. A kísérleti programok kiértékelése komoly mérnöki feladat, hiszen az adott témában a rendelkezésre álló adatok feldolgozásával kell a technológiai változtatások irányát megszabni, mindig szem előtt tartva a koc-



■ **2. ábra.** 3% krómmal ötvözött támhenger kopásképe egy támhenger garnitúra után a II. állványban



■ **3. ábra.** 3% krómmal ötvözött támhenger kopásképe két támhenger garnitúra után a II. állványban

kazati tényezőket a termelés biztonságának érdekében.

4. Hengerforgalmazási szabályok, garnitúraszabályok

A hengerforgalmazási szabályokat, vagyis hogy mikor, milyen henger, milyen állapotban, hova kerüljön beépítésre, mikor kell cserélni, egyértelműen a garnitúraszabályok határozzák meg. A garnitúraszabályokat pedig az egyes hengerek minősége alapján lehet megalkotni, vagyis a hengerek tartóssága szabja meg, hogy egy adott hengerrel egyszerre mennyi (hány km) szalagot lehet megfelelő minőségben kihengerelni. A hagyományos hengerek alacsony teljesítményei eléggé szűk határok közé szorították a termelékenység növelésének lehetőségeit. Korábban az egy garnitúrában kihengerelhető maximális szalaghossz 65 km volt, mely után az előnyújtói vízszintes és a készsori munkahengereket cserélni kellett. A készsori támhengerek cseréje heente történt.

A hengerek minőségének javulásával később el lehetett érni, hogy az előnyújtói vízszintes hengereket két garnitúráként cserélték, ez azonban termelőidő-növekedést nem jelentett még. A készsori hengerek tekintetében a javulás a tartósabb munkahengerek bevezetésével volt érzékelhető: a 65 km-es maximálisan kihengerelhető szalaghosszt 80, 85, később 95 km-re fel lehetett emelni.

A készsori állványokban egy időben 12 db támhenger és 12 db munkahenger dolgozik. A rendelkezésre álló hengerkészlet folyamatosan változik, hiszen egyes hengerek kikerülnek a forgalomból (már nem beépíthetők egy állványba sem) vagy új hengerként belépnek a forgalmazható hengerek közé. A

hengerek kikerülésének leggyakoribb oka a selejtezési átmérő elérése, de adódhatnak olyan nem várt események, mint pl. durva hengersérülés, amelyek nem teszik lehetővé az adott henger további beépítését.

Ezt a változó hengerparkot kell figyelemmel kísérni, mert a támhengercsere ciklusának (korábban 1 hét, jelenleg 2 hét) megfelelően kell összeválogatni az állványonként forgalmazható munkahengereket. Számos tényezőt kell ennél a munkánál figyelembe venni annak érdekében, hogy ne legyen fennakadás a hengerek állványokba történő beépítésekor. Előre kell kalkulálni a munkahengerek átmérváltozását (kopás+köszörülés), hiszen a támhengerek szerelése és alátételezése után egy adott állványban már csak bizonyos átmérvátozásban lévő munkahengereket lehet forgalmazni adott támhengerciklus alatt.

5. A hengerek forgalmazásával összefüggő műszaki fejlesztések

A Meleghengerműben a termék minőségének javításával, a termékmennyiség emelésével és a gazdaságosság növelésével kapcsolatosan a hengerforgalmazás terén is jelentős műszaki fejlesztésekre került sor.

A hengerforgalmazási területen a közelmúltban számos olyan új műszaki megoldás született, melyek a hengerek élettartamát megnövelték, hengerlési időalap növekedést eredményeztek, egyszerűbb, könnyebb, gyorsabb szerelhetőséget biztosítottak, munkaóra megtakarítást jelentettek, illetve a forgalmazott hengerek adatainak dokumentálásában segítettek. Ezek a műszaki megoldások a következők:

- kéthetes támhengerciklus kialakítása;
- a magas Cr-tartalmú készsori munkahengerek teljesítményének kihasználása;

- új munkahenger-geometria kialakítása (labirintgyűrű kiváltása);
- támhengerek átalakítása a forgalmazhatóság biztosítása érdekében;
- mintás hengerek költségcsökkentése;
- új állványelem nyilvántartó szoftver kifejlesztése.

A következőkben ezeket a műszaki ötleteket, megoldásokat részletezzük.

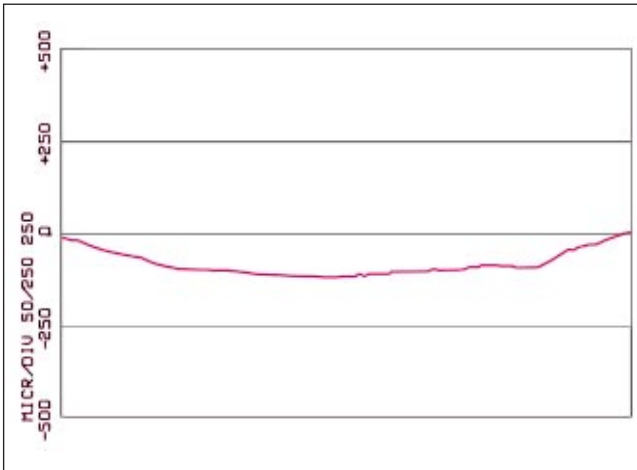
5.1. Kéthetes támhengerciklus kialakítása

A támhengerek területén elindult folyamat a támhengerek minőségét illetően is komoly változásokat jelent a korábbi időszakban forgalmazott hengerekhez képest. A jobb minőségből (3-5% Cr-tartalom) adódóan a teljesítménymutatók növekedése lehetővé tette, hogy a korábbi egy hetes támhengerciklus helyett a támhengercseréket kéthetente végezzük.

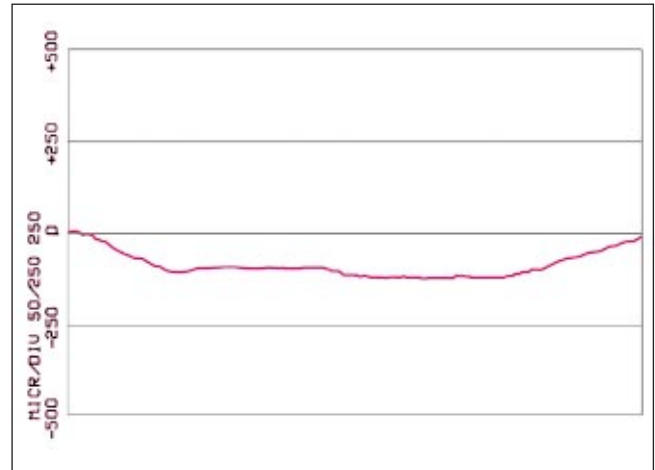
Ez a forgalmazási rend változás kedvező hatású a költségek megtakarítása terén. Nő a hengerlésre fordítható idő, és csökken az éves beszerzési költség. Ez a rendszer mind hengerelőkészítés-technológiai, mind gazdálkodási, mind gyártástechnológiai szempontból kedvező. Növekedett a támhengerek t/mm mutatója (az 1 mm hasznos kéreggel kihengerelhető vagy kihengerelt szalagmennyiség tonnában).

Jelentős köszörülési és szerelési kapacitástöbblet keletkezett a hengerelőkészítő műhelyben, és jelentős köszörülési és szerelési segédanyag megtakarítással is számolni lehet, mindemellett jelentős termelőidő növekedést értünk el.

A 2-5. ábrákon az új típusú támhengerek kopásképeit szemléltetjük. Az ábrákból egyértelműen kitűnik, hogy az egy, illetve két garnitúrára keresztül forgalmazott támhengerek kopásképei között lényegi kü-



■ **4. ábra.** 3% krómmal ötvözött támhenger kopásképe egy támhenger garnitúra után a VI. állványban



■ **5. ábra.** 3% krómmal ötvözött támhenger kopásképe két támhenger garnitúra után a VI. állványban

lónbség nincs. A II. és VI. állvány közötti kopásképbeli eltérés a kihengerelt szalag hosszának különbségéből adódik, mely a készsor vége felé állványonként folyamatosan növekszik.

A gazdálkodás területén jelentkező előnyök a forgalmazásban és a támhenger mutatók alakulásában egyaránt megfigyelhetők. A beépített támhengerek keménysége egy hét után nem nő kritikus mértékben, a támhenger sérülések ezen okból történő megjelenésére nem számítottunk. A vizsgált támhengerek felületén egyéb – a lemunkálások nagyságát növelő – sérülések sem jelentek meg.

5.1.1. Termelőidő növekedés

Az üzemidő kihasználást megvizsgálva jelentős javulás tapasztalható a támhengercsere és a készsori gépész állások tekintetében. Az alábbi táblázat bemutatja egy kéthónapos vizsgált időszak (kéthetes ciklus) és egy azonos hosszúságú referencia időszak (egyhetes ciklus) állásidejének alakulását:

	Támhengercsere ideje, óra	Készsori gépész állás, óra	Technológiai állás a készsoron, óra
Referencia időszak	71,25	28,84	44,66
Vizsgált időszak	53,92	20,75	44,58

A táblázat adatait megfigyelve látszik, hogy a kéthetes ciklussal a vizsgált kéthónapos időszak alatt a támhengercseréknél 17,33 óra, míg a készsori gépész állásoknál 8,09 óra naptári idő növekedést értünk el. A technológiai állások területén nem mutatkozott változás. Ez összességében 25,42 órát jelent a két hónapra, ami

havonta ~ 12,5 órányi termelésre fordítható időt eredményez.

Az alábbi táblázat és a Meleghengermű statisztikai adatainak figyelembevételével éves szinten a következő eredményeket értük el: naptári időtöbblet 150 óra; termelőidő növekedés (66,5% üzemidő kihasználással) 100 óra; termelőidő többlet (268 t/óra teljesítménnyel) 26 800 t.

5.1.2. Hengercsere csökkenés

A kihengerelt mennyiségek ismeretében nagymértékű javulás következett be a támhengerek t/mm mutatójában. A kéthetes ciklusra számított fajlagos érték a korábbiak szerinti 30 000–35 000 t/mm-rel szemben 50 000 t/mm lett. Ez az érték adja most már a mindenkori számítási alapot a beszerzendő hengerek mennyiségének meghatározásához.

Ezen adatok figyelembevételével 215 mm hasznos kéreg (az alakításra használt hengerek új és selejtezési átmérője közötti különbség) megtakarítás realizálható évente.

5.1.3. Egyéb megtakarítások

A hengerelőkészítés területén nagy jelentőségű az a felszabaduló köszörlési kapacitás, amit ennek az új forgalmazásnak köszönhetünk. Azt a szabad gépkapacitást, amit korábban a hetenkénti támhenger köszörlésre fordítottak (5+1 műszak), a

mostani ciklus szerint sérült, mintázásra előkészítendő munkahengerek köszörlésére lehet használni. A jelenlegi gépkapacitások alapján a két hét alatt 30 db munkahengert lehet megmunkálni a felszabaduló időben, amennyiben a gépeken nincs elvégzendő javítás.

A támhengerek szét- és összeszerelésére a csapágyszerelő csoport korábban hetenként négy napot fordított, így viszont ennek elvégzése mellett a kéthetes csereciklusban függőleges és vízszintes előnyújtó szerelési feladatokat, egyéb javítási munkákat is el tudnak végezni.

Elegendő az idő a tőke- és csapágyrevízió elvégzésére, ami lehetővé teszi, hogy pontos információkhoz jussunk a forgalmazott tőkéről és csapágyakról.

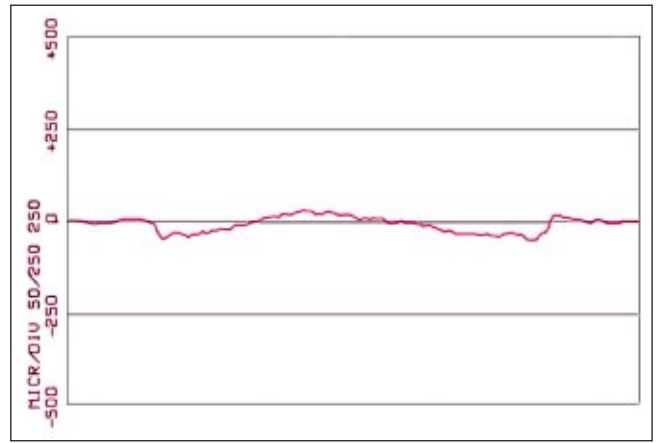
A hengerelőkészítő műhelyben a heti támhengercsere alkalmával a támhengerek beadása és mozgatása lekötötte a darukapacitás jelentős részét. A jelenlegi rendszerben a felszabaduló időben gördülékennyé vált a köszörlőgépek hengerrel való folyamatos ellátása.

5.2. Készsori magas Cr-tartalmú munkahengerek teljesítményének kihasználása

A magas Cr-tartalmú munkahengerek forgalmazása lehetővé tette, hogy az F1 és F2 állványok korábban megszokott félidős cseréi megszűnjenek. Az idő haladtával a tapasztalatok gyűltek, újabb és újabb bizonyosság érkezett arról, hogy a Cr-ötvözésű hengerek kopásállósága az elvártnál is lényegesen jobb. Kísérleteket hajtottunk végre a Cr-ötvözésű hengerek hosszabb idejű (két munkahenger-garnitúrán keresztül) forgalmazására. A kísér-



■ **6. ábra.** Hagyományos henger kopásképe egy garnitúra után



■ **7. ábra.** Cr-os henger kopásképe egy garnitúra után



■ **8. ábra.** Cr-os henger kopásképe két garnitúra után

letek biztatóak voltak. A 6-8. ábrákon a hagyományos és Cr-os hengerek hengerlés utáni kopásképeit láthatjuk az összehasonlíthatóság érdekében.

A kísérletek után új technológiai szabályozás került kiadásra a Cr-ötvöztetű munkahengerek forgalmazásával kapcsolatosan. A technológiai utasítás szerint az I. és II. állványban csak minden második garnitúrában kell hengert cserélni. Ez alól kivételek azok az esetek, amikor az előhengerész, illetve a művezető döntése alapján a hengerfelület nem biztosítaná a megfelelő minőséget.

5.2.1. Termelőidő-növekedés

A vizsgált egy éves időszakban a garnitúra-cserék és állásidők statisztikai adatainak elemzése alapján éves szinten a következő eredményeket értük el:

naptári időtöbblet 23 óra 20 perc;
termelőidő növekedés (66,5% üzemi idő kihasználással) 15 óra 31 perc;
termeléstöbblet (268 t/óra teljesítménnyel) 4 169 t.

nitúrában történő forgalmazás során 6 500 t/mm mutatót produkáltak.

A valós megtakarítás a hengerek terüle-

5.2.2. Hengerfelhasználás csökkenésének kalkulációja

A megtakarítások másik számottevő része a hengerfelhasználás csökkenése, a hengerek fajlagos mutatójának a javulása. A korábbi 5 100 t/mm fajlagos teljesítménymutatóval bíró hengerek a két gar-

tekintve munkaóra megtakarítást jelent.
– Csökkent az összeszereléskor használt olajok, zsírok mennyisége.
– A szerelések számának csökkenése miatt a csapágycsere élettartama javult.

5.2.4. Minőségi vonatkozások

Az I-II. állvány hengereinek két garnitúrában keresztüli futtatása felveti azt a problémát, hogy a második garnitúrában dolgozó durvább felületű kopott henger esetlegesen minőségi hibát, revebehengerlést, síkfekvési- és szelvényalak-eltéréseket okozhat. A vizsgált időszak adatait összevetve egy hasonló (ugyanolyan hosszú) időszak adataival, a fenti minőségi jellemzők alakulása a következő táblázatban látható:

	Referencia időszak		Vizsgált időszak	
	t	%	t	%
Szelvényhiba	144,27	0,010	53,500	0,003
Síkfekvés	2 174,86	0,150	2 261,999	0,133
Behengerelt reve	7 283,76	0,490	6 146,774	0,362

tén éves szinten az alábbiak szerint alakul: hasznos kéreg megtakarítás 238 mm.

5.2.3. Egyéb megtakarítások

Ide tartoznak azok a nem számszerűsíthető, de mégis számításba vehető tényezők, melyek a műszaki megoldás értékét növelik.

– Az olajfelhasználás csökkent, mivel a hengerek ki- és beépítésekor a hengerki-egyensúlyozásra használt hidraulikus rendszer tömlőit ki, illetve be kell kötni. Egy-egy ilyen kikötéskor bizonyos mennyiségű olaj elfolyik.

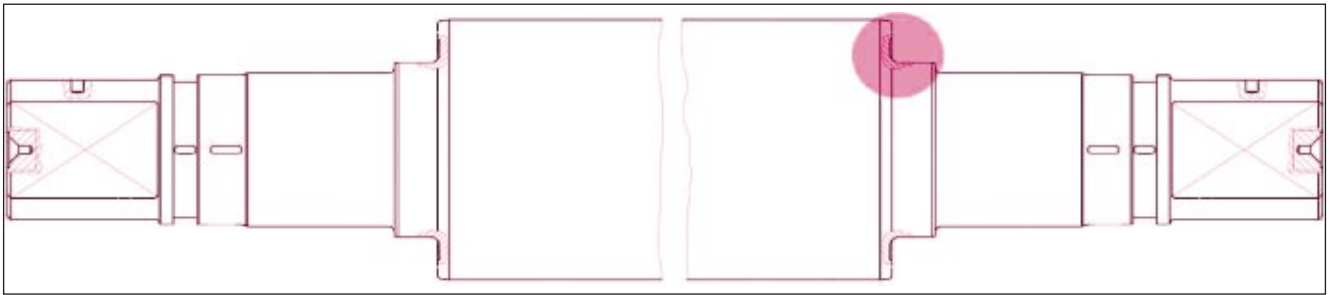
– Csökkent az összeszerelendő hengerek száma, mely a hengerelőkészítő műhelyt

Mindezek egyértelművé teszik, hogy a műszaki megoldás bevezetése után nem növekedtek a minőséghibák mennyiségei.

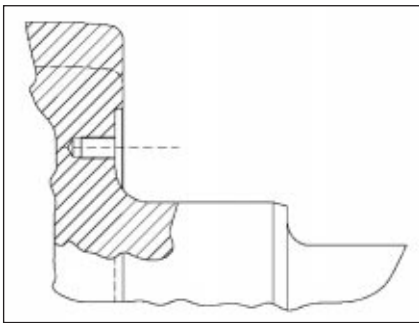
5.3. Új munkahenger-geometria kialakítása

A készsori munkahengerek labirintgyűrűinek feladata a szimeringekhez történő vízbeszivárgás csökkentése, vízterelés.

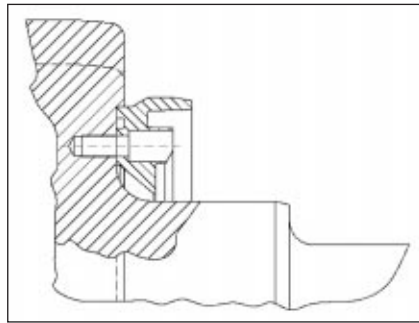
Egy készsori munkahenger eredeti rajza a 9. ábrán látható. A 10. ábrán a munkahenger rajzon megjelölt terület, vagyis a hengerpalástszél látható. A 11. ábrán látható labirintgyűrű kiváltható a 12. ábrán látható műszaki megoldással, vagyis a



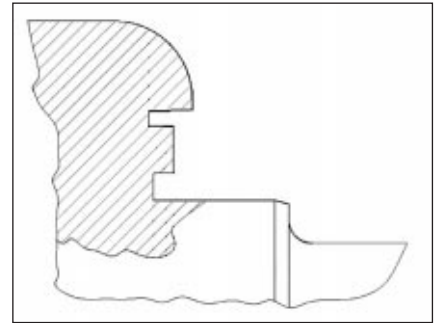
■ 9. ábra. Készori munkahenger rajza



■ 10. ábra. Eredeti palástszél-kialakítás



■ 11. ábra. Munkahenger labirintgyűrűvel



■ 12. ábra. A munkahenger új geometriája

gyűrűt a henger geometriája képezi.

Az új geometria kialakításán megfigyelhető, hogy a munkahengerek kontúrja közvetlenül a palástszélen – a palást és a homlokfelület találkozásánál – megváltozik. A változás lényege, hogy a palástszél egy nagy rádiusszal fut be a labirintgyűrűt kiváltó kontúrhoz. Ennek eredményeként a labirintgyűrűt kiváltó kiszögellés sérülésveszélye csökken, a palásthossz némileg megnő, a palástszél letöredésének veszélye (a rádiusz miatt) lecsökken. A palásthossz növelés lehetővé teszi azt, hogy ha esetleg mégis megsérül a palástszél (letöredezik), a hengerek hasznos palásthossza még így is nagyobb marad, mint a termékválaszték legnagyobb hengerlendő szélessége. Ez fontos, mivel általában több szélességkorlátozással rendelkező henger van forgalomban az eredeti palástszélkialakítású hengerek között.

Többször előfordul, hogy a gyűrű csavarjai kirázódnak a helyükről, ami a hengerlés, a henger és a csapágy működésének biztonságát veszélyezteti. Az új konstrukció szerint ez nem történhet meg.

Az új kialakítású henger azt eredményezi, hogy labirintgyűrűk gyártására nem lenne szükség, leszámítva azt az esetet, ha az új konstrukció „gyűrűje” ténylegesen valamilyen sérülést szenved. Ebben az esetben lehetőség van a henger régi geometriájának kialakítására (lemunká-

lással), melyre a régi módon felszerelhető a gyűrű, így a henger tovább forgalmazható.

5.3.1. Anyagfelhasználás-csökkenés

A munkahengerek az új geometriával változatlan áron beszerezhetők. Megtakarítható a labirintgyűrűk, valamint a felszereléshez szükséges csavarok költsége.

5.3.2. Egyéb megtakarítások

Éves szinten kb. 300 db labirintgyűrű felszerelésére kerül sor, aminek elvégzéséhez, 30 perc szerelési idővel számolva, 150 óra lenne szükséges.

Az új geometriával ez a szerelési időszükséglet eltűnik, többletkapacitás jelentkezik a hengerelőkészítő műhelyben.

5.4. Készori támhengerek átalakítása (forgalmazhatóságuk biztosítása)

A készori támhengerek forgalmazhatóságát jelentősen befolyásolja a henger-csap állapota. A támhengerek kúpos henger-csapja a forgalmazás során – pl. csapágyak szerelésekor – folyamatosan kopik, valamint csapágytöréskor megsérülhet. A kopott és sérült henger-csapokat fel lehet szabályozni, de minden kúpszabályozás után (mely lemunkálással jár) a kúp helyzete (az ugyanazon pozícióban

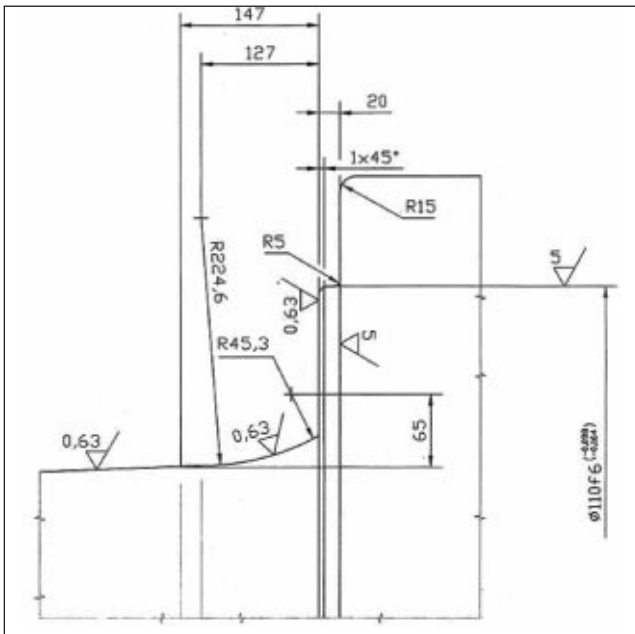
mért csapátmérő csökkenése miatt) megváltozik, eltolódik a hengerpalást homlokfelülete felé. Többszöri kúpszabályozás után szélsőséges esetben az eltolódás mértéke azt eredményezheti, hogy a határoló gyűrű rögzítésére nincsen lehetőség.

Egy műszaki megoldás szerint a határoló gyűrű rögzítését a támhengerpalást homlokfelület átalakításával lehet biztosítani. Amennyiben egy többszörösen felszabályozott csapú hengeren a csap átmérője miatt újabb felszabályozást már nem lehet végezni és a hengeren még meglévő hasznos kéreg vastagsága számottevő, az a hengerlésre még alkalmas henger leminősítését eredményezi, azaz jelentős veszteséget okoz.

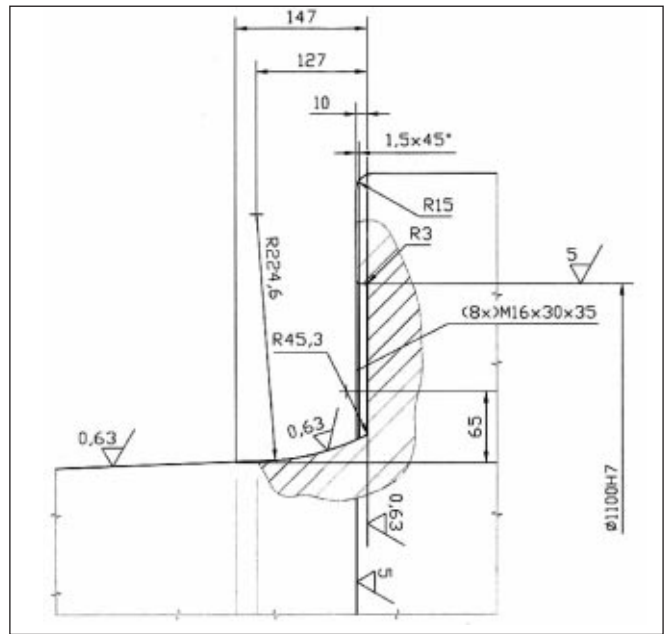
A műszaki megoldás szerint kivitelezhető, hogy a csapágyak a henger-csapon feljebb húzhatók a határoló gyűrű megfelelő rögzítésének biztosítása mellett, így illeszkedésük megfelelő, a támhengerek tovább forgalmazhatók. A támhenger csaptövének eredeti és módosított változatát szemlélteti a 13. és a 14. ábra.

Az átalakítás szükségessé teszi a távtartó gyűrű átalakítását is, melyre szintén megszületett a műszaki megoldás.

Az átalakított támhengerek jelenleg megfelelően üzemelnek, szerelésükkel és felhasználásukkal nincsen probléma.



■ 13. ábra. Eredeti támhenger-kialakítás



■ 14. ábra. Módosított támhenger-kialakítás

5.4.1. Hengerfelhasználás-megtakarítás

Eddig hét támhenger átalakítása történt meg. A hét henger három év alatt sérült meg. Összesen 731 mm hasznos kéreggel rendelkeztek sérülésük pillanatában, azaz a megmentett hasznos kéregvastagság 731 mm.

5.5. Mintás hengerek költségcsökkentése

Mintás szalaghengerlés kivitelezéséhez évente kb. 70 henger mintáztatását hajtjuk végre. A hengerek mintáztatása jelentős költséget jelent, és elkészítési idejük is meglehetősen hosszú.

A hengerlési programot megvizsgálva elmondható, hogy garnitúránként több szélességben hengerlünk mintás szalagokat, és léteznek olyan garnitúrák is, ahol tipikusan csak keskeny szalagot hengerlünk.

Ezek alapján nyilvánvaló, hogy az esetek nagy százalékában nem használjuk ki a mintás hengerek teljes palásthosszát.

A vizsgált garnitúrák felépítése, a hengerelt mintás szalagok szélességmegoszlása alapján kimondható, hogy a mintázott hengerek egy részét elegendő B10, illetve B12 szélesség kihengerlésére mintáztatni, vagyis csökkenteni lehet a palást mintázott hosszát.

A különböző palásthosszra történő mintáztatás azt jelenti, hogy a mintázott hossz az adott bugatípus jellemző szélessége + 200 mm. Ez B10 esetén 1200 mm, B12 esetén 1400 mm.

A hengerlési programos úgy irányíthatja a termelést, hogy a keskenyebb mintás anyagok ténylegesen külön kampányban menjenek, illetve hogy egy nagy mintás hengerlési kampányban félidős csere után keskenyebb mintáshenger kerülhessen beépítésre.

A technológus mérnök mindenkor a mintás hengerlési terv és a hengerlési program, valamint a különböző palásthosszra mintázott hengerek darabszáma alapján döntheti el a következő henger mintáztatási célját.

5.5.1. Gazdasági megtakarítások

Megtakarítás érhető el a minták számának csökkenése miatt, mivel a hengerek előállításának gépi ideje 30%-kal illetve 17%-kal (mintatípustól függően) csökken. A mintázásra használt szerszám felhasználása is csökken. A pénzületi megtakarításnál is fontosabb az előállítási idő rövidülése, mely nagy mennyiségű, rövid határidejű mintás rendelés esetén válik nagy előnyvé.

5.6. Új állványelem nyilvántartó szoftver kifejlesztése

A hengerek nyilvántartása elengedhetetlen mind gazdasági, mind műszaki szempontból. Az évek során a nyilvántartási rendszer is nagy változáson ment keresztül csakúgy, mint a hengerpark. Hosszú évekig papíralapú nyilvántartás volt, így az adatok

csak a keletkezési helyükön, nevezetesen a hengerelőkészítő műhelyben voltak hozzáférhetőek. Ez megnehezítette a munkát mindazok számára, akik az ún. hengerkartonhoz, mint a hengerekhez kapcsolódó egyetlen információforráshoz szerettek volna hozzáférni.

A hengerek nyilvántartó rendszerének korszerű kezelése szükségszerűvé vált csakúgy, mint minden más nagyrértékű alkatrészé.

Ezért 2000 őszén kialakítottunk egy számítógépes nyilvántartó rendszert úgy, hogy igény szerint bővíthető volt a használat során felmerülő új szempontok szerint. A legfontosabb szempont az volt, hogy a hengerhasználás során felmerülő feladatokat a rendszerben tárolt adatok gyors és pontos kinyerésével megkönnyítsük. A program használatával kiváltottuk a papíralapú hengerkarton nyilvántartást. Ezzel egyidejűleg megkönnyítettük az eddig kartonokon tárolt adatokhoz való hozzáférést. A hengerkartonokon megjelenő adatokat a rendszer tárolta, valamint képes volt a tárolt adatok különböző szempontok szerinti feldolgozására, listázására.

Megoldhatóvá vált, hogy a havi hengerzárásokhoz szükséges adatok a papíralapú nyilvántartáshoz képest lényegesen egyszerűbben és gyorsabban rendelkezésre álljanak.

A felhasználók számára szükséges adatok kinyerése már így is lényegesen kevesebb időt vett igénybe, ezáltal a hengerek

adatait használók munkájának hatékonysága növekedett.

A hengernyilvántartó rendszer az elmúlt évek során számos elemében korszerűsödött. A jelenlegi rendszer IBM/AT kompatibilis számítógépekre kifejlesztett, internet böngészőben helyi hálózati (internet) alkalmazásként futó, tárgyszerű és anyagnyilvántartó program. Míg korábban az adatbevitel „utólag követte” a henger beépítéseit, addig a jelenlegi rendszerben a keletkezés helyén (köszörűgép, szerelőpad, hengersor) kerülnek rögzítésre a henger adatai. Nem szabad megfeledkezni azonban a hengerhez tartozó egyéb eszközökről sem, mint pl. a kapcsolófejek, tölék, csapágycsatlakozók, mert ezen gépészeti alkatrészek adatai is rögzítésre kerülnek. Gyakorlatilag egy – a jövőbeni beruházásokra is felkészített – komplett állványelem nyilvántartó rendszer került megalkotásra, amely mind a technológiában, mind a gépészeti tevékenységben résztvevők számára gyorsan hozzáférhetővé teszi a munkavégzéshez nélkülözhetetlen információkat. Természetesen a rendszerben található adatok lekérdezésére számtalan variációs lehetőség nyílik, ez is megkönnyíti az összekapcsolódó információk mi-

nél rövidebb idő alatt történő kigyűjtését.

A jelenlegi rendszer a Meleghengerműben működő számítógépes hálózattal lehetővé teszi a folyamatos hozzáférést a hengerrel kapcsolatos adatokhoz. A választott adatbáziskezelő rendszer emberközelű, teljes, rugalmas, mindezek mellett biztosítja az adatfüggetlenséget és az adatbiztonságot.

A rendszer lehetővé teszi a hengerléshez forgalmazott anyagi és tárgyi eszközök és tartozékaik mozgásainak (üzembe helyezés, forgalmazás, selejtezés stb.) felvételét, nyilvántartó kartonok vezetését, kartonok és kivonatok elkészítését, nyomtatását.

A szoftver létrehozása kalkulálható gazdasági előnyökkel nem jár ugyan, de jelentősen megkönnyíti a hengergazdálkodással foglalkozó dolgozók munkáját.

6. Összefoglalás

A Meleghengerműben közelmúltban megvalósult új műszaki megoldások mellett, hogy jelentős költségmegtakarítást eredményeztek, a munkaszervezésben, a munkaidő- és a segédanyag-felhasználásban is éreztetik jótékony hatásukat.

A szerelésre fordítható munkaidő meg-

takarítás a termékek minőségére, valamint a készsori selejtejtek mennyiségére hat pozitívan, mivel a rendelkezésre álló többletidő nagyobb odafigyelést eredményez, és emellett megfelelő idő marad többek között a csapágycsatlakozójának rendszeres és gondos elvégzésére is.

Az ismertett műszaki megoldások alkalmazása összességében évente kb. 1 Mrd Ft megtakarítást, illetve többletbevételt eredményez a Meleghengermű működésében.

Köszönetnyilvánítás

A műszaki megoldások bevezetését a hasznosítható ötletfelvetés után minden esetben komoly mérnöki munka – tervezés, méreterőssorozat, kiértékelés, rendszertervezés – előzte meg.

A hengergazdálkodás terén elért megtakarításokra méltán lehetnek büszkének az e területen dolgozók, ugyanis az eredmények elérése teljes összefogást igényelt. Köszönet mindazoknak, akik a fenti műszaki megoldások megvalósításában részt vettek.

Külön köszönet *Kemeléné Halasi Mónika* technológus mérnöknek és *Varga József* hengerelőkészítő művezetőnek.

Az acélipar véleménye az „EU 2020” stratégia tervezetéről

Az Európai Bizottság a közelmúltban konzultációt indított az általa készített „EU 2020” stratégiáról. Az ehhez készült munkadokumentumot elektronikus formában közzétette, és véleményeket, javaslatokat kért az érdekképviseletektől.

Az acélipar nevében az EUROFER készített állásfoglalást; ennek lényegét az alábbiakban foglaljuk össze.

A Bizottság a következő 3 prioritást jelezte meg a stratégia számára:

- értékteremtés tudásalapú növekedésre támaszkodva,
- az emberek lehetőségeinek növelése a befogadó társadalomban,
- versenyképesebb, jobban egymáshoz illeszkedő és zöldebb gazdaság.

Az acélipar egyetért ezekkel a célokkal, de véleménye szerint ez nem elegendő és a következő két prioritással ki kell egészíteni:

- a. méltányos és egyenlő versenyfeltételek biztosítása az EU-n kívüli országokkal;
- b. jobb szabályozás, amely nem rontja az

EU gazdaságának versenyképességét, csökkenti az adminisztrációs terhelést.

Határozottan kifogásolható, hogy a tervezetben nincs határozott jövőkép az energia- és C-intenzív iparágak szerepéről az EU gazdaságában.

A stratégiában egyértelműen jelezni kell, hogy az acéliparnak megfelelő perspektívája lesz a gazdaságban. Az olyan gazdaság, amely alapvetően a szolgáltatásokra épít, nem képes hosszú távú stabilitást biztosítani a lakosság számára.

Az alapanyaggyártó ágazatok – köztük az acélipar – energia- és C-intenzitása nagy, ennek megfelelően a CO₂-kibocsátás jelentős hányada tőlük származik. Biztosra vehető azonban, hogy az alapanyagok előállítására és ezzel együtt a CO₂-kibocsátás globális szinten tovább fog nőni. A Bizottság ezért egyértelműen nyilvánítsa ki, hogy a termelés csökkentése a kibocsátás csökkentése érdekében nem követhető út és a klímapolitika nem vezethet oda,

hogy az Európában folyó termelést más régiókba telepítsék.

Az EU 2020 stratégiának a következőkre kell koncentrálni:

1. Több támogatást kell adni az áttörést hozó acélipari megoldások kifejlesztésére irányuló K+F projekteknek.
2. Határozott intézkedéseket kell hozni a termelő ágazatokban jelentkező szakemberhiány pótlására.
3. A klímapolitikában arányos, méltányos helyzetet kell teremteni az EU-n kívüli országokkal.
4. A környezetvédelmi törvénykezést, szabályozást egyszerűbbé és átláthatóbbá kell tenni.
5. A piacpolitikának biztosítani kell, hogy az EU-ba szállító országok eleget tegyenek az EU kereskedelmi előírásainak.
6. A versenytársakéhoz hasonló energiaárakat kell biztosítani.
7. Hatékony stratégiát kell kidolgozni a nyersanyagok folyamatos elérhetőségének biztosítására.

HAJO, DIERINGA – KAINER, KARL ULRICH

Magnéziumöntvények technológiai tulajdonságai és lehetőségei*

A cikk rövid áttekintést nyújt az öntészeti magnéziumöntvények múltbeli és jelenlegi felhasználásáról. A szerzők bemutatják a használatos ötvözeteket és a legújabb fejlesztéseket, amelyek különösen a melegszilárdság és a kúszásállóság területére irányulnak. Néhány alkatrészben keresztül a már alkalmazott ötvözeteket ismerhetjük meg. Semi-solid (félíg folyékony, félig szilárd) eljárással készített, valamint nyomásos öntéssel eljárások közötti különbségek bemutatására. Végezetül a magnéziumöntvények korróziós problémáit és azok megoldásait, valamint a másodlagos ötvözetek területén egy új fejlesztést ismertetnek.

Történelmi áttekintés

Mintegy kétszáz évvel ezelőtt, pontosan 1808-ban *Sir Humphrey Davey* vegyész állított elő először magnéziumot. Az ezt követő időben további eljárásokat fejlesztettek ki tiszta magnézium kinyerésére. 1828-ban *Bussy* $MgCl_2$ káliummal történő redukálásával állított elő magnéziumot. *Faraday* 1833-ban szennyezett $MgCl_2$ -ot elektrolizált, majd 1852-ben *Bunsen* tiszta $MgCl_2$ -ből állított elő magnéziumot szintén elektrolízissal [1].

Az elektrolízis és a termikus redukálás változatai még napjainkban is használatosak magnézium előállítására. A 19. század végén került sor először ipari méretekben történő magnéziumgyártásra

Bitterfeldben. A *Chemische Fabrik Griesheim* Elektron vegyi üzemben 1900-ban 10 tonna magnéziumot gyártottak elektrolízissal. A kilónkénti ár 160 USD körül mozgott. Ezt követően a magnéziumfelhasználás területén óriási növekedés kezdődött. 1943-ban 235 000 tonnát gyártottak, amit a második világháború hadiiparának igényére lehet visszavezetni. Az 1. kép [2] egy 1939-ben magnéziumból készített autóbusz vázát mutatja be belülről.

A háborút követő összeomlás után a termelés lassan újra emelkedni kezdett. A felhasználás csúcspontja a múlt század 70-es éveire tehető, többek között a VW-bogárban alkalmazott termékek miatt. Járművenként a motorblokkhoz használt kb. 22 kg magnéziumöntvözet vezetett

oda, hogy a Volkswagen egyedül ezzel az ötvénnyel a nyugati világ magnéziumfelhasználásának negyedét, azaz kb. 42 000 tonnát kötött le (2. kép) [3]. A motorblokk egyre jobban emelkedő hőmérséklete miatt került sor aztán a magnéziumöntvényből készített forgattyúházak alumíniummal, illetve szürkevasal történő leváltására. Mint könnyű szerkezeti anyag kb. 20 éve reneszánszát éli a magnézium, felhasználása előtt további nagy lehetőségek állnak.

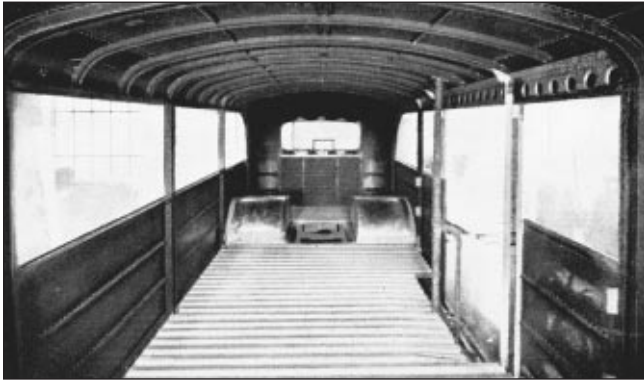
Jelenlegi felhasználás

A magnéziumöntvények feldolgozása túlnyomórészt, kb. 90%-ban nyomásos öntéssel történik. A 3a. ábra a nyomásos öntéssel előállított magnéziumöntvények felhasználását, a 3b. ábra pedig a keletkező magnéziumhulladék mennyiségét mutatja be európai viszonylatban [4]. Ez az eljárás tehát a magnéziumot alkalmazó technológiák közül a legfontosabb, amit a rendelkezésre álló ötvözetfajták is alátámasztanak. A magnézium kisebb sűrűsége miatt az alumínium nyomásos öntéséhez képest mintegy 30%-kal rövidebb formátöltési idő érhető el. További előny az alumínium feldolgozásával szemben a jelentősen megnövekedett szerszámélettartam, ami a vas és a magnézium egymásban való szinte teljes oldhatatlanságára vezethető vissza. Magnéziumöntvények nyomásos öntésekor a rávágásban akár 100 m/s-os fémsebesség, valamint 0,8 mm-es rávágásvastagság alkalmazható. Az alumínium nyomásos öntésével szembeni hátrány a magnéziumolvadék begyulladásának megelőzésére fordított költség miatt fellépő nagyobb ráfordítás. Védőgázként általában nitrogén vagy argon és SF_6 kombinációját használják. Mi-

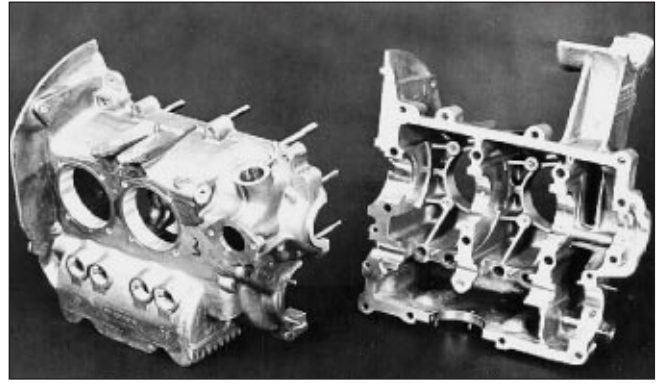
Dr. Hajo, Dieringa fizikusi tanulmányait az Oldenburgi Egyetemen végezte, majd a Hamburg-Harburgi Műszaki Egyetemen doktorált magnézium nyersanyagok kúszási tulajdonságai témában. Tudományos munkatárs Geesthachtban a GKSS Kutatóintézet Magnézium Innovációs Központjában.

Dr. Kainer, Karl Ulrich anyagtudományokat tanult a Clausthali Műszaki Egyetemen, majd itt is doktorált. A Hamburg-Harburgi Műszaki Egyetem professzora, a GKSS Kutatóintézet Anyagkutató Intézetének és Magnézium Innovációs Központjának a vezetője.

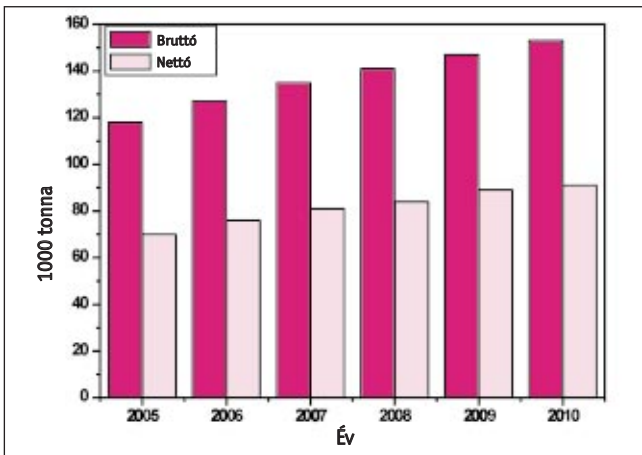
*A szerzők szíves jóváhagyásával a *Giesserei* 56. évf. 2009. 7/8. számában megjelent közlemény fordítása. A cikk Kainer, K. U. „Magnéziumöntvények a járműgyártásban – kis tömegű motoröntvények, alkatrészek” címmel 2009. febr. 12-én a magdeburgi Maritim Hotelben a VDI speciális ülésnapján elhangzott előadásának szerkesztett változata.



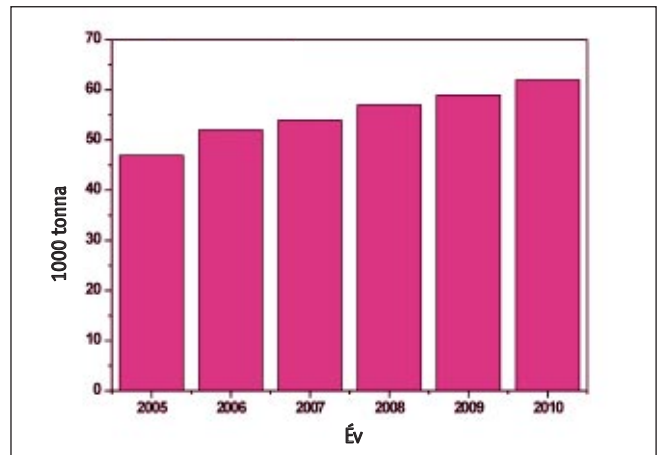
1. kép. Magnéziumból készült buszváz [2]



2. kép. AS41 jelű ötvözetből öntött VW-bogár hajtóműháza [3]



3a. ábra. Európa nyomásos magnéziumöntvény termelése



3b. ábra. A magnéziumhulladék mennyisége Európában [4]

vel az utóbbinak nagy üvegházhatást tulajdonítanak, azt a jövőben kevésbé veszélyes gázokkal kell helyettesíteni.

Ausztriában már megtörtént az átállás, Európa többi részén folyamatban van, al-

ternatívaként Novec 612 vagy Fluorokethon anyagokat említenek. Az ötvözetek közül az AZ és AM ötvözetcsaládok (Al- és Zn-tartalmú, ill. Al- és Mn-tartalmúak) a legelterjedtebbek (lásd 1. táblázat).

Ezen ötvözetek számára – jó specifikus tulajdonságaik és önthetőségük, valamint kiváló megmunkálhatóságuk miatt – a múltban számos felhasználási terület nyílt meg. Az alkatrészeket túlnyomó részben olyan területen használják, ahol azokat csak szobahőmérsékletnek megfelelő hőterhelés éri (4. kép). A legnagyobb lehetőség viszont a melegszilárd mag-

néziumötvözetekben van, amelyek leggyakrabban az AZ vagy AM ötvözetek továbbfejlesztett változatai. A magnézium-ötvözetek beszállítói, illetve az autógyártó cégek közösen fogalmaztak meg egy követelménylistát, ami a felhasználási területek kibővítése érdekében vált szükségessé. Követelmények:

- A tulajdonságok szobahőmérsékleten legalább olyan jók, mint az AZ91 ötvözeté.
- A tulajdonságok 120°C fölött jobbak, mint az AZ91-é.
- Az önthetőség olyan, mint az AZ91-é.
- A korróziós tulajdonságok hasonlóak, mint az AZ91 E-jé.
- A kúszásállóság jobb, mint az AE42-é (Al-ritkaföldfém).

Ezen célok elérésére az AZ91 és az AM50 ötvözetekkel kísérleteket végeztek. Annak érdekében, hogy az ötvözetek szilárdsága és kúszásállósága magasabb hőmérsékleten javuljon, kis mennyiségben szilíciumot, ritkaföldfémeket, cinket, kalciumot vagy stronciumot adagoltak hozzájuk [5].



4. kép. SMART-kormány AM60-ból, BMW-reflektor AZ91-ből és SLK üzemanyagtartály-fedél AM50-ből

1. táblázat. Ötvözetcsaládok és tulajdonságaik

Ötvözetcsalád	Fő ötvözők	Példák	Tulajdonságok
AZ	Al, Zn	AZ61AZ81AZ91	Jó tulajdonságok szobahőmérsékleten, kis melegszilárdság, kis rugalmas alakváltozás
AM	Al, Mn	AM20AM50AM60	Javított rugalmas alakváltozás, közepes tulajdonságok, szobahőmérsékleten korlátozott önthetőség
AS	Al, Si	AS21AS31AS41	Javított szilárdság nagyobb hőmérsékleten, nagyobb kúszásállóság, korlátozott önthetőség
AE	Al, ritkaföldfémek	AE41AE42AE44AE53	Jó tulajdonságok nagyobb hőmérsékleten, jó kúszási tulajdonság, korlátozott önthetőség
AJ	Al, Sr	AJ52AJ62	Jó tulajdonságok nagy hőmérsékleten, jó kúszási tulajdonság, korlátozott önthetőség
MRI	Al, Mn, Ca, ritkaföldfémek	MRI152MRI230	Jó tulajdonságok nagy hőmérsékleten, jó kúszási tulajdonság, jó önthetőség

2. táblázat. Néhány magnéziumötvözet mechanikai tulajdonságai

Jellemzők	AZ91	AE42	ACM522	MRI153M	MRI230D	AJ62x
Szakítószilárdság, MPa	260	240	200	250	235	240
Folyáshatár, MPa	160	135	158	170	180	143
Nyúlás, %	6	12	4	6	5	7
Szakítószilárdság 150°C-on, MPa	160	160	175	190	205	166
Folyáshatár 150°C-on, MPa	105	100	138	135	150	116
Nyúlás 150°C-on, %	18	22	-	17	16	27
Nyomószilárdság, MPa	160	115	-	170	180	-
Nyomószilárdság 150°C-on, MPa	105	85	-	135	150	-
Korróziós érték, mg/cm ² nap	0,11	0,12	-	0,09	0,10	0,11

A nagy számban kifejlesztett ötvözeteket szabadalmi oltalom alá helyezték, jóllehet, a legtöbbjük még nem került kereskedelmi felhasználásra. Néhány magnéziumötvözet már sorozatgyártás előtt áll, ezek a Volkswagen, a Clausthali Műszaki Egyetem (TU Clausthal), valamint a Magnézium Kutató Intézet (MRI) közös fejlesztése útján jöttek létre [6].

A hagyományos és új ötvözetek mechanikai tulajdonságait a 2. táblázat foglalja össze [7].

A már említett kis mennyiségű szilícium az Mg₂Si fázis kristályosodás közbeni kiválása miatt magas hőmérsékleten javítja az ötvözet kúszásállóságát. Ezen ötvözetek hátránya – nyomásos öntés esetén – a korlátozott önthetőség, valamint a korlátozott korrózióállóság. A problémák megoldására a Norsk-Hydro és a Daimler-Chrysler is kifejlesztett egy, az AS családon alapuló magnéziumötvözetet nagy tisztaságú ötvözőelemek felhasználásával, amellyel bebizonyították, hogy modern nyomásos öntőgépeken ezen ötvözetek gond nélkül önthetők. Egy ilyen, alumíniumot és szilíciumot tartalmazó magnéziumötvözetet használt a

Daimler az automata sebességváltó hajtóműházöntvényéhez, a „7G Tronic”-hoz, amely az 5. képen látható.

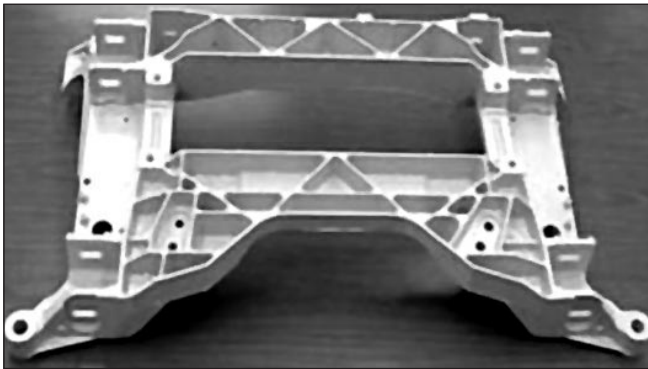
Az AE44 jelű ötvözet egy újabb fejlesztés eredménye az alumínium–ritkaföldfém ötvözetcsaládból, amelyet a Hydro-Magnesium fejlesztett ki, és jelenleg a Chevrolet Corvette Z06 motortartó alkatrészét készítik belőle. (6. kép). A Noranda cég fejlesztése egy olyan magnéziumötvözet, amely az önthetőség javítása érdekében az alumínium mellett stronciumot is tartalmaz [8]. Az AJ62x jelzésű ötvözetet a BMW öntött hibrid forgattyúházánál használják (7. kép) [9]. Az alkatrész henger- és vízterét egy AlSi7Cu4Mg öntvény képezi. Ez tulajdonképpen egy betét, amelynek a felületét AlSi12 ötvözetrel vonják be, majd magnéziumötvözetrel körbeöntik. Összehasonlításként: egy alumíniumból készült forgattyúházzal 25% tömeget lehet megtakarítani, ami 10 kg tömegcsökkentést eredményez az első tengelyen. Az AJ62x ötvözet jó mechanikai tulajdonságokat mutat (lásd 2. táblázat), és jó az újrahasznosíthatósága is. A GF Automotiv cég, amely nyomásos öntésű, nagy felületű, könnyű járműipari

alkatrészekre specializálódott, az Aston Martin-nal közösen kifejlesztett egy magnézium ajtó belső keretet. Az alkatrész hossza 1,2 méter, a falvastagsága mindössze 2,5 mm. A csupán 5,5 kg tömegével ez a valaha gyártott legkönnyebb alkatrész. Az Aston Martin Vantage típusát és az ajtó belső keretét a 8. kép mutatja be [11].

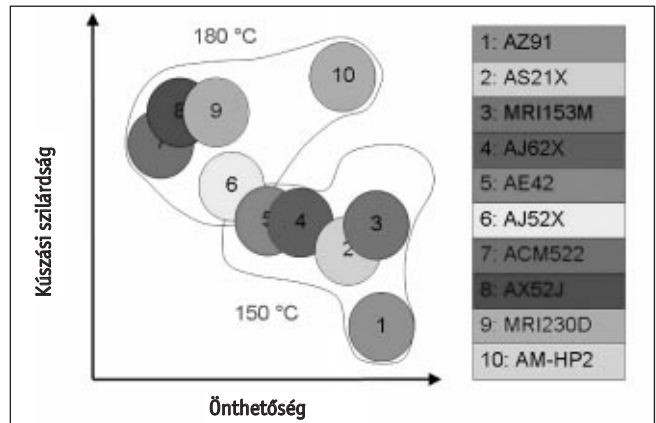
A nyomásos öntészetben leggyakrabban használt magnéziumötvözet-családot és azok tulajdonságait az 1. táblázat



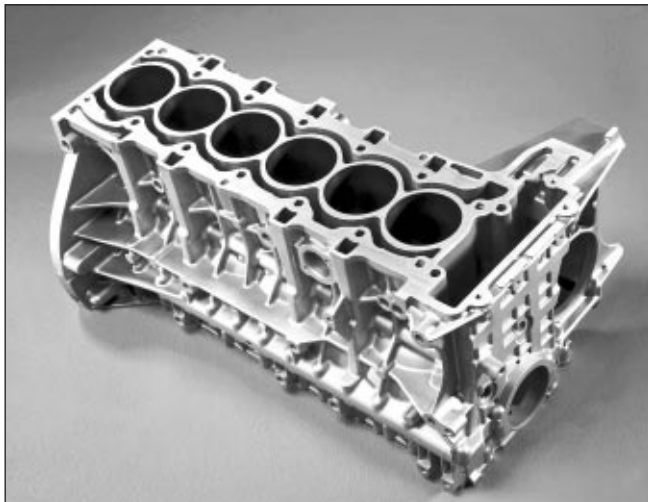
5. kép. A Daimler 7G Tronic hajtóműháza



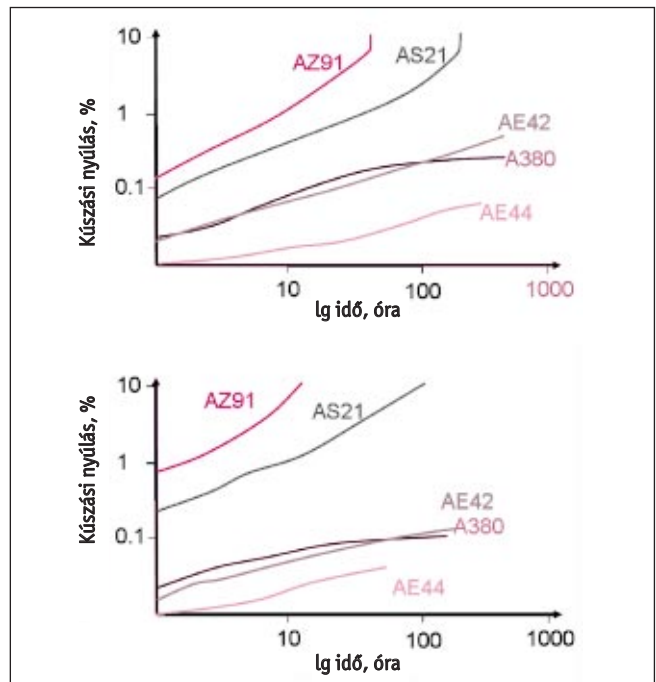
6. kép. Motortartó bak a Corvette-ben AE44-ből



9. ábra. A magnéziumötvözetek kúszásállósága és önthetősége



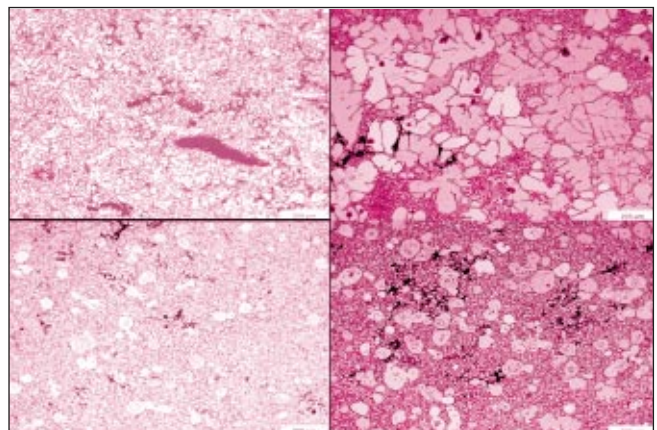
7. kép. A BMW Al-Mg forgattyúháza [10]



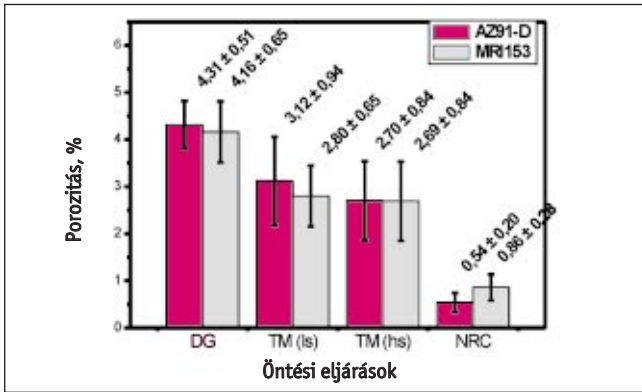
10. ábra. Kúszási görbék 150°C-on és 90 MPa nyomáson, ill. 175°C-on és 75 MPa nyomáson felvéve



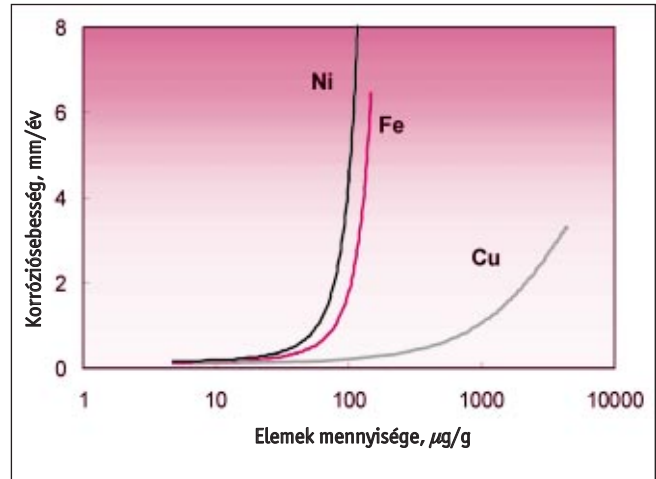
8. kép. a) Aston Martin Vantage b) ajtó belső keret AZ31-ből



11. kép. Az AZ91 ötvözet szövetei: DG=nyomásos öntés (balra felül), NRC=új-rheocasting eljárás (jobbra felül), tixotropikus TM(l)=thixomolding-eljárás alacsony (balra alul) és TM(hs)=thixomolding-eljárás magas szilárfázis-részarány mellett (jobbra alul)



■ 12. ábra. Az AZ91 és az MRI153 ötvözetek sűrűsége különböző feldolgozási eljárások mellett (DG=nyomásos öntés, TM(ls)=thixomolding tixotropikus alakítás alacsony szilárdfázis-részarány mellett, TM(hs)=thixomolding tixotropikus alakítás magas szilárdfázis-részarány mellett)



■ 14. ábra. A szennyezők hatása a korrózióra



■ 13. kép. Példák magnéziumötvözetek járműiparon kívüli alkalmazására

foglalja össze. Megfigyelhető egy irányzat, ami azt mutatja, hogy az önhetőség csökkenésével a melegszilárdság, illetve a kúszásállóság növekszik. Ezt az összefüggést a 9. ábra mutatja. A 10. ábrán ötvözetként felvett kúszási görbéket láthatunk. A kísérleteket 150 °C-on és 90 MPa-on (felső ábra), valamint 175 °C-on és 75 MPa-on (alsó ábra) végezték. Az A380 jelű Al-Si-Cu-ötvözet összehasonlító mérést ad. Megjegyzendő, hogy a kúszás nyúlásidő szerinti ábrázolása logaritmikusan érthető.

A magnéziumötvözetek feldolgozása nyomásos öntésen kívül még semi-solid eljárással is folyhat. Az ebből származó előnyök:

- az alacsonyabb feldolgozási hőmérséklet miatt rövidebb a dermedési idő mint a nyomásos öntés során, ami a ciklusidő csökkenéséhez vezet;
- ugyanezen ok miatt a szerszámok élettartama megnövekszik, mivel a semi-solid technológiánál alkalmazott kisebb hőmérséklet a szerszámacél hőterhelését csökkenti;
- kisebb hőmérsékletről történő lehűlés kisebb termikus kontrakcióhoz vezet, ami a semi-solid eljárásnál kisebb dermedés közbeni zsugorodást eredményez, és ez az alkatrészek méretpontosságát javítja;
- nyomásos öntéssel nehezen előállítható magnéziumöntvények semi-solid eljárás esetén kisebb melegrepedékenységet mutatnak.

A magnéziumötvözetek feldolgozásánál alkalmazott eljárás még a thixocasting-, az ún. új-rheocasting (NRC)- és a thixomolding-eljárás. Megvizsgálták és összehasonlí-

tották az AZ91 jelű ötvözet szövetszerkezetét nyomásos öntés, nagyobb, illetve kisebb szilárd részarány mellett thixocasting-eljárás, valamint az új-rheocasting eljárás esetén (11. kép) [12].

A nyomásos öntésű próba szöveteke zsugorodásból eredő porozitást, valamint dendriteket mutat, a szemcsehatáron eutektikummal. Az új-rheocasting eljárással készített próba szöveteke globuláris α -szemcséket és eutektikumot, a thixocasting-eljárással készített próba szöveteke eutektikummal körbevett globuláris α -szemcséket mutat gázbezáródásokkal. A 12. ábra alapján megfigyelhető, hogy a nyomásos öntéssel készített próba a legnagyobb, míg az NRC (új-rheocasting) eljárással készült próba a legkisebb porozitást mutatja. A nyomásos öntéssel előállított próba nagy porozitásának az oka a formátöltés közbeni turbulens áramlás. Ezzel ellentétben a semi-solid eljárásnál a formátöltésekor az áramlás lassúbb, lamináris.

A magnéziumötvözetek járműipari felhasználása mellett az utóbbi években a más területeken való alkalmazás is egyre inkább látótérbe kerül. Ezen területek a szabadidőipar, a sportszergyártás és a szórakoztató, ill. hírközlő elektronika. A 13. képen látható egy AZ91 ötvözetből készült Canon EOS D50 SLR digitális kamera, egy Exotics golfütő magnéziumkoronával, egy mobiltelefon-burkolat, valamint egy Skilsaw körfűrész hajtóműháza és motorburkolata.

Korrózió

A magnéziumötvözetek felhasználási területének bővítésénél a legnagyobb akadályt azok mérsékelt korrózióállósága je-

lenti. A korrózióknak általában három különböző mechanizmusa jelentkezik. Ezek: a felületi korrózió, a galvanikus korrózió és a bevonat alatt keletkező korrózió. Mechanikai igénybevétel mellett a feszültségkorróziós repedésnek, illetve a kifáradási korrózióknak van szerepe. A következőkben a korróziót előidéző mechanizmusokról lesz szó.

A felületi korrózió egyenesen támadja meg az alkatrész felületét. Ez a behatás általában semleges vagy savas környezetben lép fel. A mértéke nagyban függ az ötvözet szennyezőanyag-tartalmától (réz, nikkel és vas). Továbbfejlesztett ötvözetek esetén ezen elemek mennyiségét maximalizálták és jelölték. Más néven ezen ötvözetek neve HP-ötvözet, ahol a HP az angol high purity (nagy tisztaságú) elnevezést jelöli. A fent említett elemek mennyisége és a korróziós ráta közötti összefüggést a 14. ábra mutatja be.

A galvanikus korrózió a magnézium (az összes szerkezeti fém közül a legkisebb) elektródpotenciáljának eredménye. Amint a magnézium valamilyen elektroliton keresztül egy nemesebb fémmel kapcsolatba kerül, bekövetkezik a kontaktkorrózió. Ezért hegesztenek a bojlerek belsejébe, illetve a hajók külső borítására magnéziumból készült oldódó, ún. áldozati anódokat. Ezek az anódok, amíg fel nem oldódnak, védik a fémes szerkezetet. A hatás ellen-súlyozható a társított fém megfelelő kiválasztásával, illetve olyan bevonatok alkalmazásával, amelyek a kontaktust megakadályozzák. Egy alkalmas fémes anyagnak olyannak kell lennie, amelynek a magnéziumhoz hasonló elektródpotenciálja van. Alumíniumötvözetek az 5XXX és 6XXX sorozatokból jöhetnek szóba, mivel a potenciálkülönbségük a magnéziumétól csak kis mértékben tér el. (Az 5XXX és a 6XXX magnéziummal, valamint magnéziummal és szilíciummal ötvözött alumíniumötvözet a BS EN 573-1: 1995 sz. szabvány szerint. Szerk.) Magnéziumötvözetekben a galvanikus korrózió ezen makroszkopikus változat mellett koherensebb alakban is megjelenhet. Ennek oka a szilárdoldat

mátrix, illetve a szövetben lévő kiválások korróziós potenciáljai között lévő különbség. Az alumíniumtartalmú magnéziumötvözetekben jelenlévő intermetallikus fázisok, mint az $Mg_{17}Al_{12}$, a mátrixra katód-ként hatnak, és azt feloldják, ha egy megfelelő elektrolit mindkét fázist összeköti a felületen.

A harmadik korróziós folyamat, amely magnéziumötvözeteknél fellép, a bevonat alatti, ún. filiform vagy fonalas korrózió. Jellemzően a korróziós védőréteg, illetve a magnézium-hidroxid réteg alatt keletkezik. A korrózió sebessége függ az ötvözet összetételétől és a pH-értéktől. Mind a galvanikus korrózió okozta pontkorrózió, mind pedig a filiform korrózió kritikus felületi károsodáshoz, dinamikai terhelés mellett katasztrofális meghibásodáshoz vezet.

Újrahasznosítás

A magnéziumötvözetek növekvő felhasználásával a szekunderötvözetek iránti érdeklődés egyre nagyobbá vált, mivel az elsődleges ötvözet energiaigénye a másodlagos ötvözet előállításának többszöröse. Ilyen ötvözetek a magnézium jelenlegi felhasználási területeit jelentősen kibővíthetik, jóllehet a szükséges mennyiségű magnéziumhulladék bejuttatásával a teljes adag réz- és nikkeltartalma megnövekszik. Emiatt a megnövekedett réz-, nikkel-, szilícium- és cinktartalom miatt szigorúbb összetételi előírások betartása szükséges. Az AZCI1231 (11,7% Al, 3% Zn, 0,5% Mn, 0,4% Si, 0,47% Cu, 0,0087% Fe, 0,0032% Ni) volt az első olyan másodlagos ötvözet, amely ezeknek az igényeknek megfelelt. Az összetétel módosításával célzottan olyan szövetszerkezetet alakítottak ki, amelynek nagyobb szennyezőanyag-tartalma ellenére is megfelelő korrózióállóságot biztosítottak a szabványos AZ91D ötvözeténél tágabb koncentrációs területen. Ehhez elsősorban a β -fázis sorompóhatásának tudatos alkalmazása szükséges, másodsorban a szennyezők, mint pl. a réz, intermetallikus vegyületben legye-

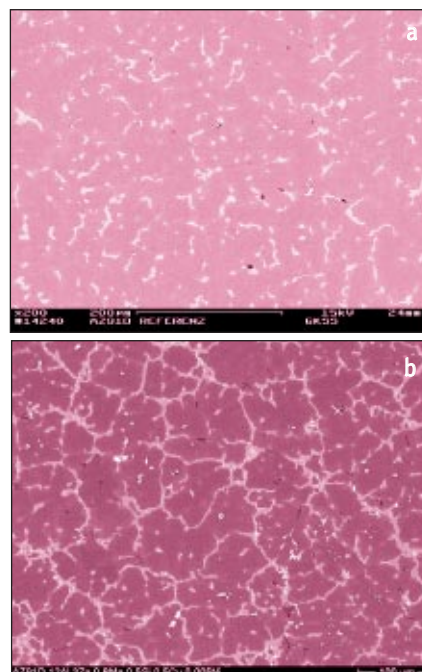
nek megkötve, ami a helyi mikrokontaktus-korrózióra való hajlamot csökkenti (15. kép). Az intermetallikus fázisok megnövekedett mennyisége a képlékenységet jelentős csökkenéséhez vezet a szabványos ötvözethez képest. (Lásd 3. táblázat.) Emiatt csak olyan felhasználási területek lehetségesek, ahol a képlékeny alakváltozáshoz nem szükséges energiafelvétel. Másodlagos ötvözetből készíthetők például elektromos készülékek házai, de járműipari alkatrészek is, ha nem a törészónába építik be azokat.

Összefoglalás

A magnéziumötvözetek tulajdonságai, különösen kis sűrűségük következtében sokat ígérő versenytársak az autóiipari konstruktőrök és egyéb alkatrészgyártók megnyeréséért folyó küzdelemben. Minél magasabbra emelkednek az üzemyag-árak, valamint minél nagyobb az autógyártókra nehezedő nyomás a CO_2 -kibocsátás csökkentésére, annál szélesebb körben használnak majd magnéziumötvözeteket. A felhasználási terület bővítéséhez a magasabb hőmérsékleti tartományban alkalmazható ötvözetek kifejlesztése tűnik a legközelebbi útnak. Az alternatív öntészeti eljárások, mint a semi-solid eljárás, további fejlesztése miatt növekvő

3. táblázat. AZC1231 másodlagos ötvözet összehasonlítása az AZ91D-vel

Jellemzők	Kokilla, AZ 91D	Kokilla, AZC1231	Ház, AZ91D	Ház, AZC1231
R_m , MPa	198	189	258	250
$R_{p0,2}$, MPa	81	152	187	187
A, %	5,6	0,5	2,8	1,4
$KR_{sokdpróba}$, mm/év	1	1	2,5	5



15. kép. Elektronmikroszkópos felvételek. Rézben dús kiválások a β -fázisban. a) AZ91D, b) AZCI1231 ötvözet

érdeklődés várható a magnéziumötvözetek iránt. A már említett melegsílárdság és kúszásállóság mellett a korróziós tulajdonságok javítása is igen fontos terület.

Irodalom

- [1] *Emley, E. F.*: Principles of Magnesium Technology. Pergamon Press, 1966
- [2] *Beck, A.*: Magnesium und seine Legierungen. Verlag Julius Springer, Berlin, 1939
- [3] Volkswagen AG
- [4] *Rienab, G.*: Recycling von Magnesium-Legierungen. Präsentation VDI Spezialtag Magnesiumguss im Fahrzeugbau, Magdeburg, 2009
- [5] *Luo, A. A.*: Recent magnesium alloy development for powertrain applications. Mat. Sc. Forum 419-422., 2003, 57-66.
- [6] *Aghion, E. et al.*: The environmental impact of new developed magnesium alloys on the transportation industry. Magnesium Technology 2004, Ed.: Luo, A. A. TMS, 2004, 167-172.
- [7] *Pekguleryuz, M. O., Kaya, A. A.*: Magnesium die casting alloys for high temperature applications. Magnesium Technology 2004, Ed.: Luo, A. A. TMS, 2004, 281-287.
- [8] *Pekguleryuz, M. O. et al.*: Magnesium diecasting alloy AJ62x with superior creep resistance. Magnesium Technology 2003, Ed.: Kaplan, H. I. TMS, 2003, 201-206.
- [9] *Fischersworing-Bunk, A.*: Das neue Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse. DGM Fortbildungsseminar MAGNESIUM 2005
- [10] BMW
- [11] *Kerz, P.*: Leichtgewicht mit Zukunft. Giesserei 93, 2006, 56-58.
- [12] *Frank, H.*: Untersuchung zum Einfluss des Gefüges auf die Eigenschaften von Magnesiumlegierungen hergestellt über Semi-Solid-Verfahren. Dissertation, TU Hamburg-Harburg, 2008

Fordította: Sándor Balázs

MÖSZ HÍREK

XX. magyar öntőnapok, 2009. október 11–13., Tapolca

Az utóbbi évtizedben két évenként rendezik, ezt megelőzően általában három évenként tartották a magyar öntődék, öntődei beszállítók és háttérpári cégek főként öntész, de más szakképzettségű szakemberei számára is a hazai öntőipar műszaki és gazdasági helyzetének áttekintését szolgáló konferenciát és kiállítást, a szakma legnagyobb presztízsű rendezvényét. (Az öntőnapok történetéről, helyszíneiről, legfontosabb adatairól *dr. Pilíssy Lajos* ad részletes áttekintést e lapszámban. *Szerk.*)

A XX. magyar öntőnapokat annak ellenére sikerült megtartani, hogy az elmúlt alig több mint egy év alatt az általános gazdasági recesszió hatására jelentősen

romlott az öntődék üzleti és gazdálkodási helyzete. Természetesen az egyes szakterületeket és öntődéket eltérő adottságaik és piaci helyzetük miatt eltérő módon érintette a gazdasági válság. A járműipari, a gépipari, az építőipari és a villamosságipari cégeknek beszállító öntődék szenvedték el leginkább piaci helyzetük romlását.

Az ez évi, jubileuminak is tekinthető konferenciát az OMBKE Öntészeti Szakosztálya és a Magyar Öntészeti Szövetség szervezte és bonyolította, mint ahogyan ez 1999, a szakmai szövetség és a szakosztály együttműködési szerződésének aláírása óta kialakult. A tapolcai Pelion Hotelben zavartalanul zajlottak le a konferencia

rendezvényei, s előnyös elhelyezést kapott a szakmai cégek kiállítása is. A rendezvénynek 151 regisztrált résztvevője volt, ebből 21 külföldről érkezett. 74 cég képviselője jelent meg, és 11 országból érkeztek a vendégek. Az Öntészeti Szakosztály részéről *Katkó Károly* alelnök, a MÖSZ részéről *dr. Hatala Pál* ügyvezető igazgató vállalta a szervezőmunka oroszán részét.

A konferencia október 11-én délelőtt a szakmai kiállítás megnyitásával kezdődött, ahol *dr. Bakó Károly* egyetemi magántanár mondott üdvözlő szavakat (1. kép). A kiállításon a szálloda halljában felállított standokon hat cég mutatkozott be, az Eagleburgmann Hungaria Kft., a +HAGI+ Mérnöki



1. kép. Dr. Bakó Károly megnyitja a szakkiállítást



2. kép. A hotel előterében felállított kiállító pavilonok

Iroda (Ausztria), az Öntőgépszerviz Kft., a SANKEN Insertec SA (Spanyolország), a TEN SLOVAKIA Kft. (Szlovákia) és a TP TechnoPlus Kft. (2. kép).

Délután dr. Tolnay Lajos, az OMBKE elnökének üdvözlése után dr. Sándor József, az OMBKE Öntészeti Szakosztályának elnöke nyitotta meg a XX. magyar öntőnapokat (3. kép), majd dr. Sohajda József, a MÖSZ elnökének vezetésével az alábbi plenáris előadások hangzottak el:

Dr. Gács Zoltán – dr. Dúl Jenő (Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar): A jövő anyagai és technológiái

Dr. Bakó Károly (Ba.Co Bt.) – dr. Sohajda József (Csepel Metall Kft.): Öntvénygyártás ma. Mit hoz a holnap?

Győri Imre (Magyarmet Bt.): Egy magyar öntőde a repülőgépipar kapujában.

Buzás Gergely (MNM Mátyás Király Múzeuma, Visegrád): A visegrádi középkori nagyharang története.

A konferencián további 31 előadás is elhangzott, közülük kettő cégismertető előadás volt. A szekcióelnöki teendőket dr. Takács Nándor (CSEFÉM Kft.), dr. Dúl Jenő, dr. Diószegi Attila (Jönköpinger Egyetem, Svédország), dr. Fegyverneki György (NEMAK Győr Kft.) és dr. Lengyel Károly (TP TechnoPlus Kft.) látta el.

A szervezők a doktorandusz- és diák-szekcióban biztosítottak lehetőséget a Miskolci Egyetem hat doktorandusza és hallgatója részére kutatási témákkal kapcsolatos előadás megtartására. A szekció munkáját mintegy húsz, a hazai öntődékben dolgozó vezető, ill. szakember kísérte kiemelt figyelemmel.

A „XX. öntőnapok kiváló előadása” címet, a szekcióvezető elnökök véleménye alapján, Szabó Richárd (Prec-Cast Kft., Sátoraljaújhely) – Csontos László (Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft., Kecskemét) – Mudri Zoltán (Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft., Kecskemét): Nyomásos öntvények technológiai szempontok szerinti tervezése című előadásának ítélte a szervezőbizottság.

Egy kerekasztal-megbeszélésre is sor került „Járműipari alkatrészgyártó szakképzés iskolarendszerben” tárgykörben. A nagy érdeklődést kiváltó tanácskozáson a résztvevők közösen határozták meg a hazai öntészet középfokú szakemberigénye biztosíthatóságának lehetséges hosszútávú irányait, rögzítették a gyakorlati képzés általánosnak mondható igényrendszerét, s annak integrálását az okta-

tási rendszerbe. A megbeszélésen részt vett a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet szakreferense és a győri székhelyű Lukács Sándor Szakiskola igazgatója és igazgatóhelyettese is.

A résztvevők ezen a konferencián is látogatást tehetnek öntődékben. Ajkán két üzemet nézhettek meg, a magyar tulajdonú MAL Zrt. Alufém Divízióban a hulladékból történő alumíniumtömb-gyártást, a francia tulajdonú Le Belier Zrt.-ben pedig a kokilla- és a nyomásos alumíniumöntvények technológiáját tanulmányozhatták. Kísérben a japán tulajdonban lévő U-SHIN Kft. nyomásos cink- és magnéziumöntődében nyílt lehetőség üzemlátogatásra. A szakmai utakat a konferencia mintegy 70 résztvevője vette igénybe.

A rendezvény részeként első este Heilig Gábor és együttese biztosított önfelelt kikapcsolódást nyújtó kulturális élményt, a konferencia második napján jó hangulatú, tradicionális szakestélyt is tartottak a konferencia résztvevői.

Dr. Sohajda József, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke, a rendezvény október 13-i záróülésének levezetőjeként kifejtette, hogy a jelenleg is tartó gazdasági válság körülményei között megrendezett XX. magyar öntőnapok a várakozásokat messze felülmúlóan sikeresnek mondható, az előadók témaválasztása és témafeldolgozásának szakszerűsége magas színvonalú, a megjelent szakemberek és érdeklődők aktivitása és szakmaszeretete kiemelkedő volt. Külön kiemelte, hogy az előadások több mint felét a termelő társaságoknál dolgozó, 40 évnél fiatalabb szakemberek tartották, nagy hozzáértéssel, szakmabiztonsággal, a jelenlévők meglepedésére.

Ezután zárszavában ismertette a szekcióelnökök által összeállított tapasztalatokat, ajánlásokat. A legfontosabb megállapítás a következő volt: „A XX. magyar öntőnapok szakmai programjában meghatározó szerepet töltöttek be a fiatal vállalati szakemberek és a Miskolci Egyetem öntész doktoranduszai. Dicséretes a fiatal kollégák megnyerő szaktudása, aktivitása. Megtörténni látszik a „generációváltás”. Majd az alábbi ajánlásokat tette:



3. kép. A XX. magyar öntőnapok megnyitója (dr. Sándor József, dr. Sohajda József, dr. Hatala Pál)

- 1.) A jövő öntőnap rendezvényein a mára is magas arányúnak mondható ipari háttérű szakmai előadások legyenek a meghatározók. Ugyanígy a MÖSZ-díjas cégek, szakemberek a jövőben is tartsanak pályamunkáikról szakmai előadásokat.
- 2.) A Miskolci Egyetem öntész BSc képzését lezáró diákok részére a 7. félévben főleg gyakorlati ismeretek megszerzését biztosítsa az egyetem (MSc – BSc képzés elkülönült irányítása).
- 3.) Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának vezetősége és a Magyar Öntészeti Szövetség elnöksége kísérje figyelemmel és támogassa a ME Öntészeti Kutató-Oktató Labor Innovációs Centrum kialakítását (TÁMOP-projekt).
- 4.) A középiskolai szakképzést kiemelt feladatként kezeljék a szakmai-társadalmi szervezetek (MÖSZ, OMBKE), generálják a sikerhez szükséges marketing- és lobbitevékenységeket.
- 5.) Az öntőnapok szervezőbizottsága a határon túli történelmi magyar városok egyetemi és gyakorlatban dolgozó szakembereinek – meghívásos alapon – biztosítson teret (szakmai, tudományos előadás, részvétel).

Az ajánlásokat a konferencia résztvevői egyetértéssel elfogadták. A szervezőbizottság javasolta, hogy a XXI. magyar öntőnapokat 2011-ben Győrben rendezzék.

A rendezvény sikeres lebonyolítását az alábbi cégek támogatása tette lehetővé: Air Liquide Hungary Kft., K+K Vas Kft., L-Duplex Pívó Öntőde Kft., Magyarmet Bt., Magyar Öntészeti Szövetség, NEMAK Győr Kft., a kiállítók és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület.

Dr. Hatala Pál

„Megér egy misét”

avagy áttekintés a magyar öntőnapokról kettős jubileuma alkalmából

Az öntőnapok az OMBKE többnapos, ún. nagyrendezvényei közé tartozik. 1948 előtt ilyesminek nem volt hagyománya, mert az egyesületnek alapításától 1948-ig csak vidéki szervezetei, ún. osztályai voltak, mint például a Selmezbányai Osztály, a Máramarosi Osztály, később a Budapesti Osztály stb. A tagság, a bányászok és a kohászok közösen látogattak egy-egy bányászati vagy kohászati témájú előadást. Ezeket – Budapesten is – gyakran követték a fehér asztal melletti összejövetelek, sokszor a családtagok kíséretében, pl. a Kárpátiában. Országos rendezvények általában csak a közgyűlések voltak. 1948-ban a Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezetéből megalakult a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, az MTESZ, mint a tudományos egyesületek összefogó és ellenőrző szervezete. Az MTESZ javaslatára kezdtek el megalakítani az egyesületek a szakmák szerint tagozódó alszervezeteket, a szakosztályokat.

1949 elején az OMBKE-n belül három szakosztály alakult: a Bányászati (ebből vált ki később az Olajbányászati), a Vaskohászati és az Alumínium (később ez kapta a Fémkohászati nevet). A Vaskohászati szakosztályon belül még az évben megalakult kb. 80 fővel az Öntődei tagozat. 1952-ben ebből önállósult az Öntődei (később Öntészeti) szakosztály, melynek létszáma ekkor már 250 fő volt, de 1958-ban – az erőltetett tagtoborzás visszahatásaként – ismét csak 140 fő, 1963-ban azonban már 230 fő. Mi voltunk mindig az egyesület legkisebb szakosztálya, míg meg nem alakult az Egyetemi osztály.

Biz ily kis létszámmal nehezen lehetett megszervezni egy nagyrendezvényt. Az első többnapos öntészeti szakmai konferenciát, a Magyar Öntőnapokat* (MÖN) 1959-ben Budapesten tartottuk meg április 6–7-én, így szám nélkül. Az I. számot csak később, visszamenőlegesen kapta meg, amikor a rendezvény már rendszeressé vált. Most 2009 őszén Tapolcán tehát kettős jubileumról emlékezhettünk

meg a megnyitón és a szakestélyen is. Fél évszázaddal ezelőtt tartottuk az első öntőnapot, és most rendezte meg szakosztályunk a jubileumi huszadikat.

Ez alkalmából érdemes megemlékezni röviden a húsz öntőnapról, annál is inkább, mert területi korlátok miatt a 2002-ben megjelent „50 éves az OMBKE Öntészeti Szakosztálya” c. jubileumi kiadványunkban az nem volt teljes. Vegyük sorjában:

(I.) Magyar Öntőnapok, Budapest, Technika Háza, 1959. április 6–7.

Ennek jelentőségét jól szemlélteti, hogy az akkori Öntőde c. folyóirat egy teljes számot, azaz 24 nyomtatott oldalt szentelt a rendezvénynek, 52 fotó kíséretében. A rendezvényt a lap szerkesztője, *Varga Ferenc* ismertette, a kiállítást – külön cikkben – *Szilágyi Imre*. Ez volt a szakosztály első nagyrendezvénye, amely már külföldi résztvevőket is megmozgatott. A nyitóülés elnökségében foglalt helyet *Szele Mihály*, az OMBKE elnöke, *Martos Ferenc*, az OMBKE főtítkára és *Szász József*, szakosztályunk elnöke. A megnyitóbeszédet *Szele* professzor tartotta, a nyitóelőadást pedig „115 éves hazánk legrégebbi öntődejé” címmel *Bánhegyi László* (ebben *Ganz Ábrahám* öntődejéről volt szó, a mai Öntődei Múzeumról). A rendezvény helyszíne a Szabadság téri Tözsdepalota, az akkori Technika Háza volt. A résztvevők: kb. 300 magyar és 21 külföldi. Három szekcióban 17 magyar és 14 külföldi előadás hangzott el. Ezek nagy része az Öntőde 1959. évfolyamában meg is jelent. A résztvevők 8-án a győri vagonjárási öntődét, 9-én a Kőbányai Vas- és Acélöntődét (Kövác) és a Csepel Művek Vas- és Acélöntődését, 10-én a külföldiek a Vasipari és a Fémipari Kutató Intézetet (Vaskut és Fémkut) látogathatták meg. A Csepel Művek Műszaki Klubjában öntődei kiállítás nyílt. A záróbeszédet *Herczeg Ferenc* miniszterhelyettes olvasta fel, nagy elismeréssel szólva a rendezvényről. Tíz tagtársunknak a Kohászat Kiváló Dolgozó-



■ 1. kép. Az első (akkor még szám nélküli) Magyar Öntőnapok plakettje

ja kitüntetését, négy főnek pedig Miniszteri Elismerő Oklevelet adott át. *Varga Ferenc*nek, az Öntőde szerkesztőjének munkáját z. *Zorkóczy Samu*-emlékéremmel ismerték el. Minden résztvevő bronz emléklapokot kapott (1. kép). Már eme első nagyrendezvényünknek jó volt a bel- és külföldi visszhangja.

II. Magyar Öntő Napok, Budapest, Technika Háza, 1961. IX. 18–20.

A nyitóülés elnökségében helyet foglalt *Csergő János*, kohó- és gépipari miniszter, *dr. Lévárdi Ferenc*, az OMBKE elnöke, *Selmeczy Béla*, az OMBKE főtítkára, *Szele Mihály* és *dr. Verő József* alelnökök, *Sáfrán László* szakosztályelnök. A rendezvény nyitóbeszédét *Csergő* miniszter tartotta. A kongresszuson 20 magyar és 10 külföldi referátum hangzott el. A Technika Háza kupolatermében öntvénykiállítást rendeztek. A MÖN negyedik napján a résztvevők megtekinthették a Kövác, az Április 4. Gépgyár és a Csepel Művek öntődét és a Vaskutat. A forróseles kupolókemencéről kerekasztal-megbeszélést tartottak, ahol felvetődött egy „Kupoló munkabizottság” megszervezésének szükségessége. Az Öntőde utólag 11 oldalon ismertette a rendezvényt, az összes előadás részletes összefoglalójával. A külföldi vendégek részére diósgyőri látogatást és a Kárpátiában vacsorával egybekötött ismerkedési estet biztosítottak. A lap ismertette a II. MÖN szervezőinek névsorát, itt is örö-

* A rendezvény neve helyesen írva: Magyar öntőnapok (de pl. XX. magyar öntőnapok) a fél évszázad folyamán különféleképpen alakult. Igyekezünk megtartani a korabeli írásmódot.

kítsük meg: *Hajdú Lajos, Hauer Alfréd, Horváth László, Küstel Alfréd, Maréchal Károly, Solti Márton és Vörös Árpád*. Őket utólag jutalomban részesítették.

III. Magyar Öntő Napok, Budapest, Ganz-MÁVAG Kolónia, 1964. IV. 6–9.

A kongresszus nyitóülésén jelen volt *Óvári Antal*, az OMBKE főtítkára, és többek között *Fürtös Ferenc*, a Ganz-MÁVAG műszaki igazgatója. *Gagy Pálffy András* id., az OMBKE alelnöke üdvözölte a megjelenteket, a plenáris előadást pedig *Szende György*, a Gépipari Technológiai Intézet osztályvezetője tartotta. 325 hazai résztvevőn kívül 13 országból 64 külföldi kolléga vett részt, közülük 14 fő vendégként. 35 előadás hangzott el, ebből 15 külföldi előadótól. Több külföldi cég gyáráról, termékeiről filmet vetített. Sok magyar és több külföldi cég termékei a művelődési házban létrehozott kiállításon voltak láthatók. Szerveztek két vitadélutánt is (az egyiket *Levi, L. I.* moszkvai professzor vezetésével; a másikat a baráti országok II. precíziós öntészeti szemináriumáról.) Ezt követően a MÁVAG és a Csepel Művek precíziós öntödébe szerveztek üzemlátogatást. A külföldiek részére a Margit-szigeti Nagyszállóban rendeztek fogadást. A résztvevők bronz emlékplakettet is kaptak, miként az előző MÖN résztvevői is. A rendezvényen szerepelt a MÁVAG híres „Acélhang” kórusa is. A záróülésen Sáfár László szakosztályelnök méltatta a rendezvényt. Vörös Árpád szakosztálytitkár a külföldi kapcsolatokat ismertette, köztük a testvéri lengyel egyesülettel, a STOP-pal kötött szerződést. A befejező rendezvény a miskolci tanulmányút volt (NME, LKM, Őskohó). A szervezőbizottságot Maréchal Károly vezette, titkára *Gál Zoltán* volt.

IV. Magyar Öntő Napok, Budapest, Technika Háza, 1966. X. 18–21.

A nyitóülés elnökségében helyet foglalt *dr. Horgos Gyula* kohó- és gépipari miniszter, *dr. Kocsis József* kohászati miniszterhelyettes, *dr. Gyulay Zoltán*, az OMBKE elnöke, *Pilster Pál*, az OMBKE főtítkára. A megjelenteket *Horváth Ferenc* szakosztályelnök, majd *Gyulay* professzor, *Horgos* miniszter, *Kocsis* miniszterhelyettes, végül a külföldiek nevében *Ivanov, D. P.* professzor köszöntötte. A rendezvényen 448 regisztrált hazai és 14 országból 92 külföldi szakember vett részt. 18 magyar és 22 külföldi előadás

hangzott el az öntészeti technológiák és az egészségvédelem területéről. A külföldiek külön szekcióban ismertették termékeiket kilenc, ún. információs előadással. Az arra jelentkezők 21-én a Dunai Vasművet és a Balatont keresték fel. A záróülésen sokévi munkájáért Sáfár László z. Zorkóczy Samu-emlékérmét kapott. Különben ő volt a rendezvény főszervezője, segítője *Felner Sándor*, *Görög Márton*, Szilágyi Imre és *Tarján Béla* voltak, majd a feladatkört *dr. Farkas I. Zoltán* vette át, segítői voltak *Benyovszky Móric*, *Pintér András* és *Máthé György*. Minden résztvevő megkapta a IV. MÖN bronzplakettjét.

V. Magyar Öntő Napok, Budapest, Technika Háza, 1969. V. 27–30.

A megnyitó beszédet alelnökünk, *dr. Verő József* tartotta, majd *Horváth Ferenc* szakosztályelnök üdvözölte a megjelenteket. *Verő* professzor kiemelte, hogy a MÖN történetében ez az első eset, hogy hivatalosan csak magyar előadások hangzanak el, és ez a 43 előadás egyben eddigi csúcis is, ami a hazai öntők aktivitását jellemzi. A két aktív szakcsoport (a fémöntészeti és a mintakészítő) külön-külön szekciót szervezett 13, illetve öt előadással. A kb. 300 hazai és 20 külföldi résztvevő összesen öt szekcióban követhette az előadásokat, így a vasolvasztás szekcióban 14, a formázás és magkészítés szekcióban hat, míg az általános technológiák szekcióban öt előadás hangzott el. Programon kívül azonban három külföldi kolléga is tartott referátumot. A jelentősebb előadásokat az Öntöde utólag közölte. Az első este kb. 100 fő részvételével fogadás volt. 30-án kb. 140 résztvevő a Kecskeméti Kádgyárat kereste fel. A résztvevők most is bronzplakettet kaptak. A szervezőbizottság vezetője *Benyovszky Móric* volt, akit *Bakó Károly* váltott, helyettese *Györök György* lett. A külföldi vendégek részére az egyik este a Vár egyik éttermében vacsorával egybekötött baráti beszélgetést is tartottak.

VI. Magyar Öntő Napok, Győr, Technika Háza, 1971. V. 11–14.

Ez volt az első vidéki öntőnap. Megnyitóülésén jelen volt *dr. Gyulay Zoltán* egyesületi elnökünk. Ő tartott nyitó méltatást, majd *dr. Cserniczky Gyula*, Győr tanácselnöke üdvözölte a megjelenteket. Az előadók első ízben felkértek voltak, akik előadásait három szekcióban tartották: az A-szekcióban hetet, a B-ben nyolcat és a

C-ben hetet. A résztvevők száma 350 fő volt, közülük több mint 70 külföldi. Ezen a konferencián rendeztek először nemzetközi diáktalálkozót, 40 magyar és külföldi fiatal részvételével. A VI. MÖN mottója: „Korszerű öntvénygyártással a járműipar fejlődéséért”. Sikeresnek bizonyult a pannonhalmi kirándulás. Rendeztek helyi járműipari öntvénykiállítást, s a résztvevők meglátogatták a Vagongyár öntödéjét, kovácsológárát és motorgyárát. Mindenki megkapta az előadások anyagát és a rendezvény plakettjét. A sikeres konferencia szervezői *Szj Zoltán* és *Bakó Károly* voltak.

VII. Magyar Öntő Napok, Miskolc-Egyetemváros, 1973. VIII. 28–30.

A megnyitóülésen részt vett – többek között – *dr. Horgos Gyula* kohó- és gépipari miniszter, *dr. Dobos György*, az OMBKE elnöke, *dr. Verő József* akadémikus, *dr. Simon Sándor*, az egyetem rektora és *dr. Énekes Sándor*, az LKM vezérigazgatója. *Dr. Dobos György* üdvözölte a 70 hazai vállalat és intézmény dolgozóit, majd *dr. Horgos Gyula* nyitóelőadásában („Öntészetünk időszerű kérdései”) elmondta, hogy hazánk 140 vállalatában 208 termelőhelyen folyik öntvénygyártás, és hogy az öntőknek a közelmúltban ötnapos munkahetet és 6–8% béremelést biztosítottak. Megemlítette, hogy átadták a héjformázással dolgozó Borsodnádasi Acélöntödét. A külföldiek 11 országból érkeztek. Három szekcióban 34 előadás hangzott el, ebből 12 külfölditől. Kiállítást is rendeztek 15 hazai cég és intézmény termékeiből. Volt kerekasztal-megbeszélés, filmvetítés és két külföldi információs előadás. *Szende György* és *Szilágyi Imre* nyitóelőadását, „Az öntvénygyártás fejlődésének tendenciái” címűt, távollétükben *dr. Vörös Árpád* olvasta fel. A szervezőbizottság vezetője *Györök György* volt. A résztvevők számát nem adták meg.

VIII. Magyar Öntő Napok, Budapest, Technika Háza, Kossuth Lajos tér, 1975. V. 12–15.

A rendezvényt, melynek „Hatékony öntödei fejlesztéssel, üzemvezetéssel és környezetvédelemmel az V. ötéves terv sikeréért” volt a mottója, *dr. Vörös Árpád* szakosztályelnök nyitotta meg és ő is zárta be. A rendezvényen 76 vállalat 300 szakembere és 7 ország 28 küldötte vett részt. A külföldiek öt előadást tartottak, a hazai szakemberek 25-öt. A plenáris ülés után három szekcióra tagozódott a prog-

ram: az A-szekcióban a műszaki fejlesztés problémáival 11 előadás foglalkozott, a B-szekció témája az öntödei üzemvezetés volt hat előadással, míg a C környezetvédelmi szekcióban öt előadás szerepelt. Sor került négy egyetemről jött fiatalok nemzetközi diáktalálkozójára is. Az előadások anyaga külön kiadványban jelent meg. 14-én délelőtt a Csepel Vas- és Acél-öntödék fogadta a látogatókat, majd az Öntödei Múzeumban dr. Vörös Árpád nyitotta meg a 20 cég és intézmény anyagából összeállított „A magyar szocialista öntészet 30 éve” c. kiállítást. Új és külön színt volt a nyugdíjas találkozó. Tíz szervező kapta meg a Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetését. A szervezőbizottság vezetőjének szerepét dr. Kovács Tibor vállalta magára (2. kép).

IX. Magyar Öntőnapok, Kecskemét, Technika Háza, 1979. IV. 26–28.

A nyitóülésen részt vett dr. Nagy Zoltán, az OMBKE főtitkára és dr. Prohászka János akadémikus, aki a plenáris ülés előadását is tartotta. Az öntőnapot a helyi MTESZ titkára, Szabó Lajos köszöntötte. A 277 résztvevőből 14 volt külföldi és 16 hallgató. A metallurgiai szekcióban tíz, a formázástechnikai szekcióban hét, míg az általános kérdések szekciójában (ide tartoztak a fémöntészeti témájú előadások is) kilenc előadást tartottak. A programban szerepelt még kiállítás, nemzetközi diákszeminarium és nemzetközi tanácskozás NDK-beli, lengyel, bolgár és magyar részvétellel. A gyár-

látogatást a ZIM (Zománcipari Művek) Kecskeméti Kádgyárába szervezték, ahol 140 fő jelent meg.

X. Magyar Öntő Napok, Székesfehérvár, Technika Háza, 1982. IV. 22–24.

A nyitóülés elnökségében részt vett – többek között – Csicsay Albin, az OMBKE főtitkára, dr. Kovács Dezső szakosztályelnök és dr. Nándori Gyula professzor (3. kép). Az öntőnapokat Kovács Dezső nyitotta meg. A plenáris ülésen Soltész István egyesületi elnökünk előadását távolléte miatt dr. Vörös Árpád tartotta meg, majd dr. Prohászka János akadémikus előadása következett.

A konferencián 257 hazai és 34 külföldi szakember vett részt. Három szekcióban 32 tudományos és hét információs előadás hangzott el. Az egyetemi hallgatók nyolc dolgozatukat ismertették. A kiállításon négy hazai és három külföldi cég anyaga szerepelt.

Az üzemlátogatásokra a Székesfehérvári Könnyűféműben, a Csepel Művek Féműve Székesfehérvári Gyáregységében (Nehézfémöntöde) és a Szerszám-gépipari Művek Köszörűgépgyára vasöntödéjében volt lehetőség. Ez alkalomra jelent meg az esedékes Öntészeti naptár, és dr. Varga Ferenc 1979-ig terjedő összefoglalója a szakosztály nagyrendezvényeiről. A résztvevők most is megkapták a már hagyományossá vált bronz emléklapoket. A záróülésen dr. Kovács Dezső és Szij Zoltán értékelték a rendezvényt, mely-

nek főszervezője Szombatfalvy Rudolf és Benyovszky Móric volt.

XI. Magyar Öntő Napok, Sopron, KPVDZSZ üdülő, 1985. V. 29–31.

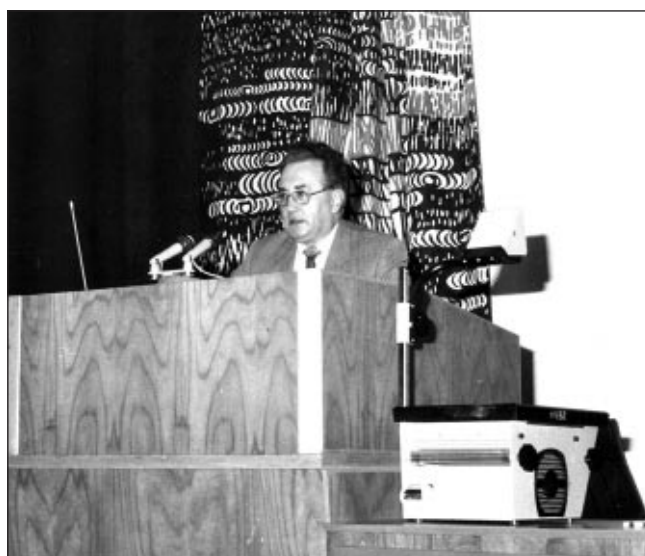
A nyitóülés elnökségében helyet foglalt dr. Soltész István miniszterhelyettes, az OMBKE elnöke, dr. Csicsay Albin, az OMBKE főtitkára, dr. Nándori Gyula professzor, az egyesület alelnöke és dr. Kovács Dezső, a szakosztály elnöke, utóbbi nyitotta meg a konferenciát. A plenáris ülés előadója Soltész miniszterhelyettes és dr. Nándori Gyula professzor volt. A 350 hazai és 50 külföldi résztvevő 34 hazai és nyolc külföldi szakmai, valamint négy információs előadást hallgathatott meg. A nemzetközi diákszeminarium programjában nyolc referátum szerepelt. Megtartották a szocialista országokban működő öntő egyesületek vezetőinek tanácskozását. Volt újítási börze poszter formájában és termékbemutató. A résztvevők az Öntödei Vállalat Soproni Vasöntödéjét tekinthették meg. A jelenlévők kézhez kapták az előadásokat tartalmazó kiadványt és az emléklapoket. A záróülésen Benyovszky Móric szakosztály-alelnök méltatta a rendezvényt és Kovács László terjesztette elő a határozati javaslatot. A főszervező dr. Lengyel Károly volt.

XII. Magyar Öntő Napok, Balatonaliga, Pártüdülő, 1988. X. 6–8.

A megnyitó elnökségében Soltész István egyesületi elnök, dr. Vörös Árpád ipari mi-



■ 2. kép. A VIII. Magyar Öntő Napok (MÖN) szervezőbizottságának tagjai (Lengyel Károly, Lengyelné Kiss Katalin, Siklér Tibor, dr. Nándori Gyula, dr. Kovács Tibor, a szervezőbizottság vezetője, Lathwesen László, Tóth Andrásné, Vitézy Tamás és Vásárhelyi Dezsőné)



■ 3. kép. Dr. Nándori Gyula professzor előadását tartja a X. Magyar Öntő Napokon



■ **4. kép.** Dr. Szabó Zsolt fővédnök és Szombatfalvy Rudolf az asztalnál. A megnyitóbeszédet az OMBKE elnöke, dr. Fazekas János tartotta, mellette Dr. Bakó Károly



■ **5. kép.** Dr. Besenyei Lajos, a Miskolci Egyetem rektora üdvözli a XVI. MÖN résztvevőinek egy csoportját. A rektor mellett dr. Sohajda József szakosztályelnök

niszterhelyettes és OMBKE alelnök, dr. Bakó Károly egyesületi főtitkárhelyettes, dr. Horváth Ferenc szakosztályelnök, Szombatfalvy Rudolf alelnök és dr. Lengyel Károly, a szervezőbizottság elnöke vett részt. A plenáris ülést Szombatfalvy Rudolf és Horváth Ferenc nyitotta meg, a plenáris előadást dr. Vörös Árpád tartotta „Az öntődék lehetőségei az ipari megújulásban” címmel. A 240 hazai és a 10 országból való 44 külföldi résztvevő 22 hazai és 3 külföldi szakmai, valamint 10 külföldi információs előadást hallgathatott meg. A program része volt még kerekasztal-megbeszélés, KGST munkabizottsági ülés, valamint nemzetközi diáktalálkozó hét előadással. A zárszót és határozati javaslatot Szombatfalvy Rudolf és Kovács László mondta el. Üzemlátogatás ez alkalommal nem volt.

XIII. Magyar Öntő Napok, Salgóbánya, 1993. X. 7–8.

A plenáris ülésen, amit Szombatfalvy Rudolf szakosztályelnök nyitott meg, 15 előadás (5 magyar és 10 külföldi) hangzott el. Másnap a konferencia két szekcióban zajlott: az A-szekcióban hat előadás (ebből kettő külföldi), a B-szekcióban nyolc. Az utóbbit kizárólag a Miskolci Egyetem Öntészeti Tanszékének dolgozói tartották dr. Szalay Gyula tanszékvezető vezetésével. A konferencián 146 fő volt jelen. Termékeit nyolc külföldi cég állította ki. A külföldiek nyolc országból érkeztek. A lapokban igen rövid beszámoló jelent meg a MÖN-ről, üzemlátogatásról és a szerve-

zőkről nem tesz említést. Többek visszaemlékezése szerint a szervezést Szombatfalvy Rudolf és dr. Ládai Balázs vállalta magára, üzemlátogatás pedig a Salgótarjáni Vasöntöde és Tűzhelygyárban volt. Kétségtelen, hogy az öntőnapok sorában az iparban bekövetkezett recesszió miatt ez volt a mélypont.

XIV. Magyar Öntő Napok, Győr, Művelődési Központ, 1996. IX. 26–28.

A nyitóülés elnökségében jelen voltak – többek között – dr. Fazekas János, az OMBKE elnöke, dr. Szabó Zsolt c. államtitkár, valamint a város és megye vezetői. A rendezvényt Szombatfalvy Rudolf szakosztályelnök nyitotta meg (4. kép). A hat plenáris előadást több vitafórum követte, mint pl. az öntvénygyártók és -felhasználók találkozója (vezetője dr. Vörös Árpád), a Magyar Gépgyártók Országos Szövetségének a beszámolója (vitaindítója Kármán Antal, a Jászberényi Aprítógépgyár igazgatója), a minőségbiztosítók találkozója (vezetője Rendes János, a VAW Alumíniumöntöde Kft.-től), végül az oktatás-szakemberképzés az öntődék számára (vezetője Imre Gyula, Rába). Különösen az utóbbi témakör helyzetét minősítették tragikusnak a résztvevők: nincs öntőszakmunkás- és -technikus-képzés, az iskolák felszereltsége rohamosan romlik. Üzemlátogatásra nyílt lehetőség az Audi Hungaria Motor Kft. hipermodern motorszereldejében, valamint a Rába öntödejében, kovácsológyárában és futóműgyárában. Megtekinthető volt a Rába jubileumi kiállítása is.

A külföldiek Pannonhalmát látogatták meg. A résztvevők száma 324 fő volt, ebből közel 100 külföldi. A rendezvény főszervezője Szij Joltán volt.

XV. Magyar Öntő Napok, Székesfehérvár, Helyőrségi Tiszti Klub, 1999. IX. 23–25.

Ezt a konferenciát dr. Lengyel Károly nyitotta meg. Üdvözlő szavakat mondott dr. Tardy Pál, az OMBKE elnöke és Warvasovszky Tihamér, a város polgármestere. A XV. MÖN rendezvényei – első ízben, de egyben utoljára is – együtt futottak a 12. Fémöntő Napok rendezvényeivel. A nyitó plenáris előadást Kopátsy Sándor közgazdász tartotta. A résztvevők száma a még érezhető recesszió miatt csak 150 fő volt, ebből 13 külföldi. Elhangzott 18 előadás, ebből kettő külföldi. A szakkonferencián 11 cég vett részt, főleg képviselői. Két kerekasztal-megbeszélés volt, az egyik Major Frigyes, a Fémszövetség elnöke és dr. Sándor József, a MÖSZ elnöke vezetésével: „Kereslet-kínálat, lehetőségek-korlátok, érdekek-ellentétek a hazai fémiparban”, a másik Kővágó Zoltán (Gazdasági Minisztérium) vezetésével: „A beszállítói célprogramhoz kapcsolódó pályázati lehetőségek”. Az elsőnél főleg a hulladék-problémák körül alakult ki nagy vita. Üzemlátogatásra a Dunaferri DFK öntödejébe, a Magyarmet Finomöntöde Bt.-be és a Nehézfémöntöde Bt.-be volt lehetőség. A rendezvényt dr. Ládai Balázs kezdte szervezni, majd hivatali elfoglaltsága miatt Katkó Károly és dr. Lengyel Károly folytatta.

XVI. Magyar Öntő Napok, Hunguest Hotel Palota Lillafüred, 2001. X. 13–16.

A megnyitón – mások mellett – jelen volt *dr. Tolnay Lajos*, az OMBKE elnöke és *dr. Sohajda József* szakosztályelnökünk, ők üdvözölték a rendezvény jelenlévőit. A plenáris ülésen két előadás hangzott el, az egyik a *dr. Sándor József* – *dr. Havasi László* szerzőpárostól, a másik *dr. Molnár Sándortól*. A résztvevők száma 207 fő volt, közülük 38 külföldi. 19 műszaki és hat információs előadás hangzott el, valamint többévi szünet után nyolc diákelőadás is. Ki-ki poszteren is bemutathatta eredményeit. A két kerekasztal megbeszélés témája a Phare-program (IRC Hungary) négy előadással, valamint a környezetvédelem kérdéseivel foglalkozó volt szintén négy előadással. A Közép-európai Öntészeti Kezdeményezés (MEGI) ülésén ugyancsak négy előadás hangzott el. Üzemlátogatási lehetőségek: Prec-Cast Kft., a Borsodi Metal Öntöde Kft. és a Miskolci Egyetem (5. kép).

XII. Magyar Öntő Napok, Hunguest Hotel Palota Lillafüred, 2003. X. 5–7.

A rendezvény kezdetén a nyolc kiállító által képviselt kiállítást *dr. Vörös Árpád* nyitotta meg. A plenáris ülés elnökségében ülőket (*Dr. Josef Suchy* professzort, *dr. Gagyi Pálffy András*t, egyesületünk ügyvezető igazgatóját, *dr. Sándor József*et, a MÖSZ elnökét, *dr. Kaptay Györgyöt*, a ME dékánját és *Orosz Lajost*, Miskolc alpolgármesterét) szakosztályelnökünk, *dr. Sohajda József* köszöntötte. Majd a három plenáris előadás jelentős problémákat taglalt. A rendezvény keretében három fő kapta meg az „Öntészeti Szakosztályért” érmet (*dr. Lengyel Károly*, *Csire István* és *Buzgó Béla*). A rendezvényre 218 fő jelentkezett, közöttük 11 országból 35 külföldi, valamint 50 lengyel, német, cseh és szlovák fiatal hallgató. A regisztrált jelenlévőkön kívül 23 meghívott vendég is jelen volt (tiszteleti és nyugdíjas tagok, hallgatók és fiatal kezdők). A továbbiakban 25 szakmai, nyolc információs, kilenc diák és négy MEGI-országbeli fiatal előadása hangzott el. A két kerekasztal-megbeszélést egy-egy előadás vezette be, *Szekeres Zsolt* és *dr. Lengyel Károly* előadása a pályázati lehetőségekről, illetve a szakoktatásról. Üzemlátogatás keretében a Prec-Cast Kft., a ME műemlékkönyvtára, a Központi Kohászati Múzeum és az Őskohó volt látogatható. A rendezvény sikerét

a sok (11) szponzornak is köszönte a zárótartót *dr. Sohajda József*. A szervezőbizottság elnöke maga *Sohajda József* volt, tagjai *Katkó Károly*, *Kóvágo Zoltán*, *dr. Dúl Jenő* és *dr. Jónás Pál*.

XVIII. Magyar Öntő Napok, Balatonfüred, Hotel Annabella, 2005. X. 9–11.

A program 12 cég kiállításának megnyitásával kezdődött, *dr. Vörös Árpád* nyitó szavaival, amit az öntőnapok megnyitása követett. *Dr. Sohajda József* üdvözölte az elnökségben helyet foglaló *dr. Tolnay Lajost*, egyesületünk elnökét, *dr. Gagyi Pálffy András*t, egyesületünk ügyvezető igazgatóját, *dr. Kovács Ferenc* akadémikust, *dr. Bakó Károlyt*, a MÖSZ elnökét. A konferenciának 169 hazai és tíz országból 27 külföldi résztvevője volt, összesen 80 cég képviselőjében. Három plenáris, 29 szakmai és három információs előadás hangzott el, mindebből tíz külfölditől. Vendégként most is jelen voltak tiszteleti és nyugdíjas tagok, hallgatók és pályakezdők. *Dr. Lengyel Kiss Katalin*, *dr. Takács Nándor* és *Pornói Sándor* kapott „Öntészeti Szakosztályért” emlékérmeket. A nyitóülés után az előadások két szekcióban zajlottak, az egyik a nemzetközi doktorandusz és hallgató szekció volt hét hazai és egy cseh előadóval. A kerekasztal-megbeszélésen a pályázati praktikákról vitatkoztak. Az első nap délutánján az oroszországi Wescast Hungary Kft. vasöntődjének, a győri Hydro Alumínium Kft. kokillaöntődjének, valamint az inotai MAL-MWK Kft. alumíniumöntődjének meglátogatására volt lehetőség. A rendezvényt a szakosztályelnök értékelő szavai zárták. A szervezőbizottság elnöke *dr. Sohajda József* volt, tagjai *Katkó Károly*, *dr. Hatala Pál*, *Sándor Balázs* és *dr. Dúl Jenő* voltak. A rendezvényt 15 cég és intézmény támogatta.

XIX. Magyar Öntő Napok, Hunguest Hotel Palota Lillafüred, 2007. X. 14–16.

A program 10 cég kiállításának megnyitásával (*dr. Vörös Árpád*) kezdődött. A konferenciát *dr. Bakó Károly*, a MÖSZ elnöke nyitotta meg. 80 cégtől 190 hazai és tíz országból 22 külföldi résztvevő jelent meg. Összesen 40 előadás hangzott el több szekcióban, ebből nyolc információs és négy poszterelőadás volt. Az egyik a doktorandusz szekció volt. A kerekasztal-megbeszélésen a környezetvédelmi moratóriumok lényegét és a hazai öntődék feladatait vitatták meg. Üzemlátogatás ke-

retében az apci Qualiform Zrt. kokillaöntődjének, az Adacast Kft. alumínium nyomásos öntődjének és az Alublock Kft. szekunder alumíniumtömb-gyártó csarnokának megtekintésére nyílt lehetőség. A konferencia második napján, a Miskolci Egyetemen, *dr. Nándori Gyula* néhai professzor 80. születésnapjára emlékezendő három emlékbeszéd hangzott el (*dr. Bakó Károly*, *dr. Dúl Jenő* és *dr. Werner Tilch* freibergeri professzor részéről). Majd *dr. Lengyel Károly* főtítkárhelyettes avatta fel *Nándori* professzor mellszobrát, *Kutas László* szobrászművész alkotását, aminek felállítását az Öntészeti Szakosztály és a volt tanítványok adakozása tette lehetővé. A rendezvényt *dr. Bakó Károly* értékelő beszéde zárta. Kiemelte, hogy a munkából derekasan kivették részüket az ME és a Dunaújvárosi Főiskola hallgatói. A konferenciát az Öntészeti Szakosztály és a MÖSZ vezetői szervezték, lehetőségét pedig 21 cég és intézmény támogatása teremtette meg (kiemelt szponzor az Air Liquid Hungary Kft. és a Qualiform Zrt. volt).

XX. jubileumi Magyar Öntő Napok, Hunguest Hotel Pelion Tapolca, 2009. X. 11–13.

A program most is a kiállítás megnyitásával kezdődött, a hat cég kiállítását *dr. Bakó Károly* nyitotta meg. A négy plenáris előadás előtt a konferenciát *dr. Tolnay Lajos*, egyesületünk elnöke, *dr. Sándor József* szakosztályelnök és *dr. Hatala Pál*, a MÖSZ ügyvezető igazgatója üdvözölte. A rendezvényt 151 regisztrált fő tisztelte meg, ebből 15 fő külföldi. A programban 31 előadás szerepelt, ebből hat külföldi referátum. A szakmai és információs előadások vegyesen kerültek sorra, de a doktorandusz és hallgató szekció külön zajlott hat előadással. A rendezvény második napjának délelőttjén az ajkai Le Belier Zrt. alumínium-kokillaöntődjének és a MAL Alufém Divíziójának, illetve a kisbéri U-Shin Kft. nyomásos magnézium- és cinköntődjének megtekintésére volt lehetőség. A kerekasztal-megbeszélést „Járműipari alkatrészgyártó szakképzés iskolarendszerben” címmel *dr. Lengyel Károly* vezette számos hozzászólás kíséretében, megoszló véleménnyel, de bizakodó hangulatban. A rendezvény szervezői a szakosztály és a MÖSZ vezetői voltak. A zárótartót *dr. Sohajda József* tartotta. Kiemelte, hogy ez a MÖN korszakváltást hozott, mert örömdetesen sok volt a fiatal előadó.

Összefoglaló értékelés

A húsz MÖN szakosztályunknak egyértelműen a fő hajtómotorja volt, és kell is, hogy a jövőben is az maradjon, mert a rendszerváltás utáni megváltozott gazdasági-társadalmi környezetben és a recesszió miatt elmaradtak – feltehetően véglegesen – a „kisebb”, inkább szakmai orientációjú Nyomákos és fémöntő napok, a Temperöntő és mintakészítő napok, a Járműipari öntvénygyártó napok stb. Mindezt döntően befolyásolta öntödénk és taglétszámunk drasztikus csökkenése. Ezért egyéni véleményem, hogy fontolóra kellene venni, nem volna-e kívánatos a mostanában két évente rendezett öntőnapokat három évente rendezni, hiszen volt példa a két konferencia közötti négy- sőt öt éves szünetre is az 50 év alatt.

Az egyes öntőnapokról a korábbi beszámolók alapján csak sematikus lehet szólni, mert ezek kezdeti terjedelme az Öntöde teljes lapszámáról, a 24 oldalról fokozatosan egy-másfél oldalra csökkent, amibe nyilvánvalóan belejátszott az Öntöde megszűnése is, de ugyanakkor megíróinak „tálatási” felfogása is különböző volt. Ki erre, ki arra tette a hangsúlyt, sőt a megírást vagy a kihagyást is. Az egyes beszámolókból még az egységes statisztika is nehezen készíthető el. Pl. a II. MÖN (1961) és a VII. MÖN (1973) anyagából még a résztvevők száma is hiányzik, és ezeket ma már lehetetlen rekonstruálni. Még inkább vonatkozik ez az előadások száma megadásának enyhén kaotikus volta.

Az elmúlt 50 év alatt kerekén 5000 hazai és mintegy 800 külföldi érdeklődött a MÖN után, ami rendezvényenként átlag 250 hazai kollégát jelent. Ezalatt az előadások száma közel 450 magyar és mintegy 200 külföldi volt. A legtöbb előadás 1969-ben volt (V. MÖN). Ekkor meghirdetve csak magyar előadások (43) hangzottak el, mégis volt három külföldi is. A legkevesebb előadást 1993-ban lehetett hallani (XIII. MÖN), öt magyart és tíz külföldit, azaz összesen csak 15-öt. Kétségtelenül igaz, ez az időszak volt a magyar öntészet utolsó fél évszázados történetének mélypontja. Sok öntöde bezárt, az öntvénytermelés a korábbi töredékére csökkent. Ennek

megfelelően a szakemberek „megszólítása” is nagy nehézségekbe ütközött amellet, hogy ilyen körülmények között a rendezvények finanszírozása is igen nehéz volt.

Az egyes MÖN-beszámolók a szakmai (tudományos) előadásokba hol beszámították a sokszor propaganda célú, ún. információs előadásokat, hol nem. Persze nem egyszer előfordult, hogy egy-egy információs előadás jobb volt, mint a tudományosnak nevezett. Az információs előadások leginkább külön szekcióban futottak, de volt példa az ellenkezőjére is. Ezeket a hazánk piacán már megjelent, vagy megjelenni kívánó külföldi cégek emberei, később képviselői tartották. Az ilyen előadásokat olykor filmvetítés kísérte, vagy helyettesítette. A MÖN megnyitását szinte kivétel nélkül plenáris ülés követte, leginkább 1-3 előadással. Volt azonban, amikor csak plenáris előadások szerepeltek a programban. A plenáris előadásokat legtöbbször szekcióülések követték egymással párhuzamosan, vagyis a hallgatóságnak lehetőség adatott válogatni a témákban.

Nemzetközi diáktalálkozóra első ízben – dr. Nándori professzor kezdeményezésére – 1975-ben került sor, 1982-, 1985- és 1989-ben már nyolc, nyolc és hét előadással. Ezt többévi szünet követte, majd 2001-, ill. 2003-ban nyolc és kilenc előadás hangzott el. 2003-ban egyesületünk négy országból 50 diákot látott vendégül. 2005-től ez a rendezvénysorozat felvette a doktorandusz szekció nevet. Ezzel a témával azért foglalkozok részletesebben, mert a fiatalok jelentik számunkra az utánpótlást. A XX., azaz a legutolsó öntőnapon helyesen értékelt dr. Sohajda József szakosztályelnök, amikor érzékelhető nemzedékváltásról beszélt. A ME Öntészeti Tanszékének doktoranduszai és fiatal doktori szakosztályunkban a biztató fiatalítást jelentik. Ennek tartós folytatásához, mint a szakma öregje, kívánok sok sikert.

Konferenciáinkon egy-egy alkalommal 7-14 országból vettek részt külföldiek, főleg a korabeli szocialista országokból, valamint az NSZK-ból és Ausztriából. A MÖN szervezői mindig igyekeztek a külföldiekkel hazánkat is megismertet-

ni (városlátogatások szakavatott vezetőikkel, Balaton, Pannonhalma). Kezdetben számukra vacsorát vagy fogadást adtak, a későbbiekben mostanáig részt vesznek a már hagyományos szakestélyeinken.

Nem véletlenül tértem ki mindig arra, hogy az aktuális „hatalom” részt vett-e a rendezvényeinken, és hogyan értékelték azt? Ez kezdetben igen magas szintű volt (Csergő és dr. Horgos miniszterek, dr. Kocsis és dr. Vörös miniszterhelyettesek előadásaikban ecsetelték az öntőkkel szembeni elvárásaikat). Ez a rendszerváltás után szinte a nullára csökkent, megkeresésünk ellenére. Sajnos ez jellemző, az iparvezetéssel nagyon nehéz kapcsolatot teremteni! Egyesületünk vezetése mindig igen pozitívan támogatta szakosztályunkat és egyben a magyar öntő szakembereket ún. nagyrendezvényét, a Magyar öntőnapokat. A nyitóülésen – szinte kivétel nélkül, napjainkig – mindenkor elnökünk is jelen volt, nem ritkán a főtítkárs kíséretében.

A MÖN helyszíne – pár kivételtől eltekintve (Balatonfüred és -aliga, valamint Tapolca) – mindig valamely nagyobb iparvárosban volt. Kezdetben öt alkalommal, majd a VII. MÖN helyszíne is a főváros volt, 1979 óta azonban mindig vidék. Így Miskolc (az Egyetemváros, ill. Lillafüred) négyszer látta vendégül a konferenciát, Győr és Székesfehérvár kétszer, Kecskemét, Sopron, Balatonaliga és -füred, Salgóbánya és Tapolca egyszer-egyszer. A MÖN vidéken történő megrendezése logikus volt, mert egyrészt az öntészet súlypontja Budapestről vidékre helyeződött, másrészt a rendszerváltás után a külföldi cégek öntöde-telepítése szintén vidéken ment végbe. Ugyanis a MÖN programjának mindig szerves részét képezte a helyi vagy környékbeli öntödéknél a meglátogatása. Egyedül a salgóbányai rendezvény leírása nem említi üzemeletogatást, de többek visszaemlékezése szerint akkor is volt. Igen örömdetes, hogy az új és igen korszerű nagy öntödék ma már lehetővé teszik az üzemeletogatást, ugyanígy mérnökeiknek a konferencián való részvételét, sőt előadás tartását is.

Dr. Pilissy Lajos

DEMETER DÁNIEL – KOKAS PÉTER

A Linde szerepe a fémkohásban, az „Alacsony hőmérsékletű ‘lángnélküli’ oxigénes tüzelés” bemutatása

A X. fémkohászati szakmai napon (Miskolci Egyetem, 2009. 09. 25.) „A Linde Gáz szerepe a fémkohásban” című előadás során a szerzők bemutatták a Linde által a kohászati üzemeknek nyújtott szolgáltatásokat, valamint a legújabb fejlesztésű égőcsaládot. Az alábbiakban az előadás anyagát közöljük.

1. A Linde bemutatása

A Linde Gáz Magyarország Zrt. – a Linde Csoport leányvállalataként – közel 35 milliárd forintos forgalmával, valamint több mint 500 alkalmazottal, öt telephellyel Magyarország legnagyobb műszaki gázokat előállító és forgalmazó vállalata (piaci részesedés 67%) (1. ábra).

A Linde a műszaki gázok, az ipari és orvosi gázok, a környezetvédelem, a gázipari alkalmazások és a K+F területén a termékek széles skáláját kínálja. A Linde műszaki gázai – oxigén, nitrogén, argon (ún. levegő gázok), továbbá szén-dioxid, hidrogén, acetilén és hegesztési védőgázok, valamint az egyéb nemesgázok, éghető gázok, orvosi gázok, elektronikai gázok, nagy tisztaságú gázok, vizsgáló gázok és gázkeverékek – mind jelen vannak az ipar szinte valamennyi területén, de ugyanígy a kutatásban és a gyógyászatban is. A gázok alkalmazása széleskörű, például a hegesztés és a termikus vágás területén, a fémkohásban és a vegyiparban, a gumi- és üvegyártásban, az építőiparban, az

elektronikai alkatrészek gyártásánál, az élelmiszeripari eljárásokban, az élelmiszeripari védőgázok csomagolótechnikájában, valamint a környezetvédelemben (2. ábra).

Az ipari gázokat a kohászat különböző területein használják:

- hőkezelés (inert atmoszférák, cementálás, nitridálás, keményforrasztás stb.);
- fémkohászat, acél- és vasöntődék (fémfürdő inertizálás, oxigénes lándzsázás, oxigénes dúsítás, oxigénes égők alkalmazása);
- elektronika: védőgázok forrasztások, cryogén tesztelés stb.

Az alumíniumiparban a különböző gázalkalmazások segítségével termelékenység-növelés, fajlagos energiafelhasználás- és környezetterhelés-csökkentés érhető el (3. ábra).

- alumíniumolvasztás: oxyfuel égők, Wastox (O₂), fenéköblítés (Ar, N₂);
- olvadáktisztítás, gáztalanítás (Ar, N₂, SF₆, Cl₂);
- salakhűtés (Ar);
- formahűtés (folyékony N₂);



1. ábra. Linde telephelyek Magyarországon

- inert atmoszférák hőkezeléshez (N₂);
- elemzés, nagy tisztaságú rendszerek (Ar).

2. Az oxigénes tüzelés

Az oxigénes tüzelési technológia több mint 30 éve került bevezetésre, először az acél-, majd az üvegyiparban, és ezt követően kerültek kifejlesztésre az oxyfuel égők a további fémolvasztási alkalmazásokra (vas, réz, ólom, alumínium stb.) [1].

2.1. Alapfogalmak

- air-fuel égő = levegő-tüzelőanyag égő;
- oxyfuel égő = oxigén-tüzelőanyag égő;
- flameless oxyfuel égő = „lángnélküli” oxigén-tüzelőanyag égő, másnéven: low-temperature (LT) oxyfuel égő = „alacsony hőmérsékletű” oxigén-tüzelőanyag égő.

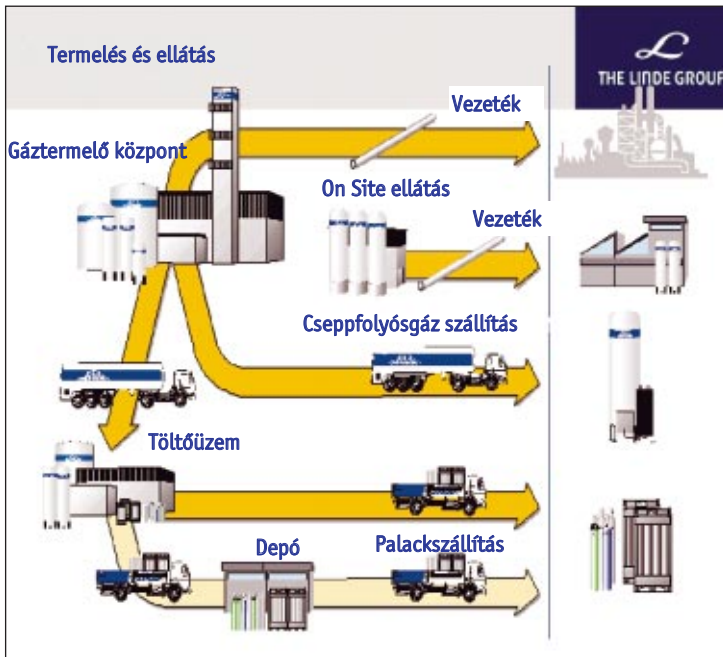
2.2. Az oxigénes tüzelés alapjai

Hagyományos air-fuel égőknél a tüzelőanyagot a hideg vagy előmelegített levegő oxigéntartalma oxidálja/égeti el, miközben a levegő nitrogéntartalmának (4. ábra) felmelegítése és füstgázzal való távozása energiavesztéssel jár.

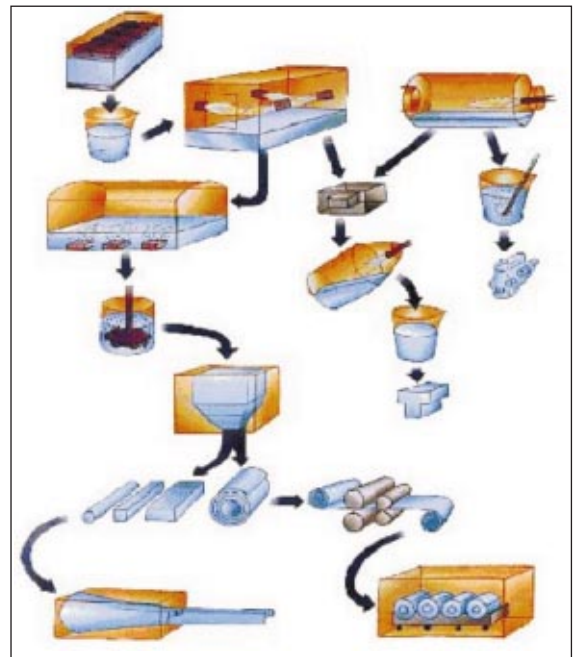
Az air-fuel égők tüzelési hatékonysá-

Demeter Dániel 2002-ben végzett a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karán, okleveles anyagmérnökként. 2004 óta a Linde Gáz Mo. Zrt.-nél alkalmazástechnikai mérnökként kohászati és elektronikai gázalkalmazásokkal foglalkozik.

Kokas Péter 1994-ben végzett a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és 1996-ban a Kohómérnöki Karán, ezt követően az AGA Gáz Kft.-nél, majd a Linde Gáz Mo. Zrt.-nél kohászati gázalkalmazásokkal foglalkozik, 2002-től alkalmazástechnikai osztályvezetőként. 2005 és 2008 között a Linde németországi alkalmazástechnikai központjában fémkohászati fejlesztési területen dolgozott.



■ 2. ábra. Termelés és ellátás

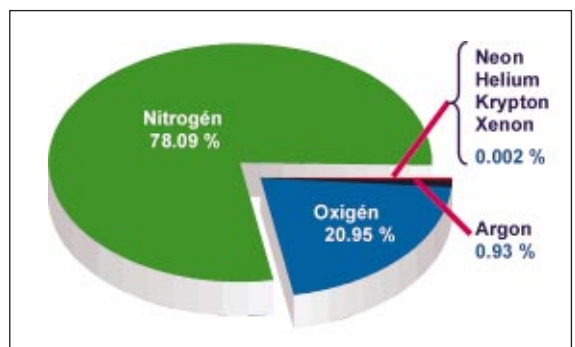


■ 3. ábra. Az alumíniumipari gázalkalmazások területei

ga/lánghőmérséklete növelhető az égők égéslevegő oxigéntartalmának növelésével, mellyel termelékenység-növekedés és fajlagos tüzelőanyag-megtakarítás érhető el. A 30%-nál magasabb dúsítási arány nem javasolt, mivel a megnövekvő lánghőmérséklet és az oxigén/nitrogén egyidejű jelenléte növekvő NO_x képződést eredményez.

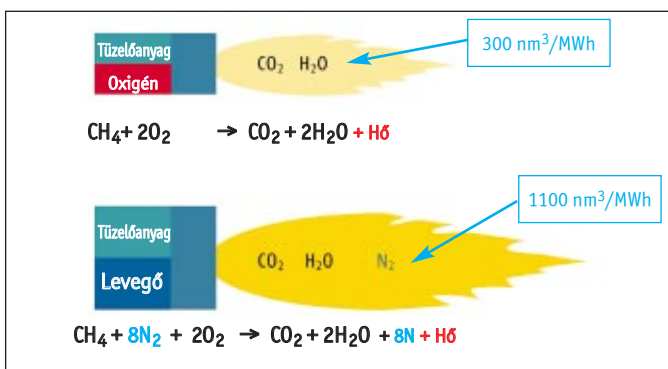
A Linde által kifejlesztett oxyfuel égők tiszta oxigénes tüzelést valósítanak meg, mely során a tüzelőanyag elégetéséhez szükséges oxidáló közeget ipari (99,5% tisztaságú) oxigén biztosítja. Összehasonlítva az air-fuel tüzeléssel, az oxyfuel rendszernél az égés során a nitrogén kizárásával az égéstermékben a háromatomos CO₂ és H₂O molekulák magasabb százalékos arányának köszönhetően nagyobb a gázsugárzás, javul a hőközlés. Ezzel egyi-

dejűleg mintegy 75-80%-kal kevesebb a füstgázkibocsátás a nitrogén hiányának és a fajlagosan kevesebb tüzelőanyagnak köszönhetően, így jelentősen kevesebb a füstgázzal „felhasználatlanul” távozó energia, és kisebb füstgázkezelő berendezésre van szükség. A levegő nitrogéntartalmának kizárásával – annak ellenére, hogy a lánghőmérséklet emelkedik (kivéve az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égők) – az NO_x képződés csökken. A hatékonyabb hőközlés és a kisebb füstgázvesztés következtében akár dupla hőenergia-sűrűség bevitel is elérhető (MW/m³). Az air-fuel és az oxyfuel tüzelés alapvető paraméterei-

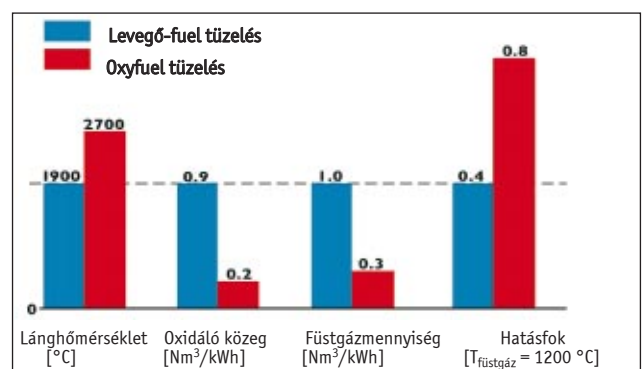


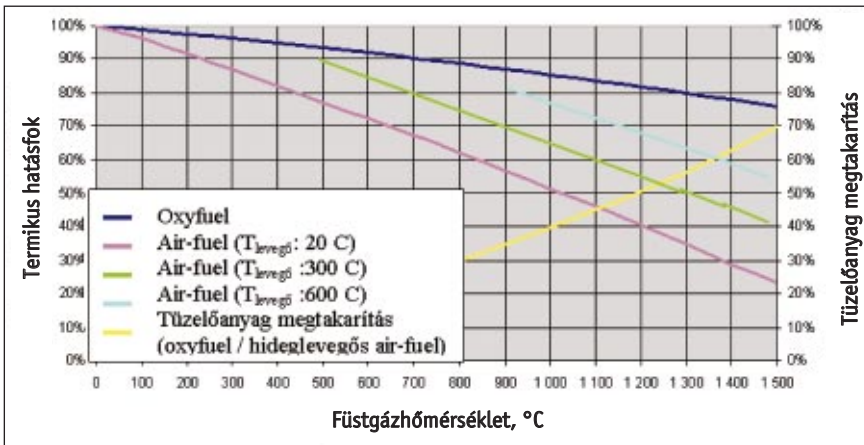
■ 4. ábra. A levegő összetétele

nek összehasonlítása látható az 5-6. ábrán. A telepítés szempontjából egy oxyfuel tüzelési rendszer egyszerűbb, kompakt kivitel, melynek kisebb a hely- és karbantartásigénye a rekuperatív vagy regeneratív air-fuel égős rendszerekkel összehasonlítva [2, 3].



■ 5-6. ábra. Az oxyfuel és air-fuel tüzelés összehasonlítása [3]

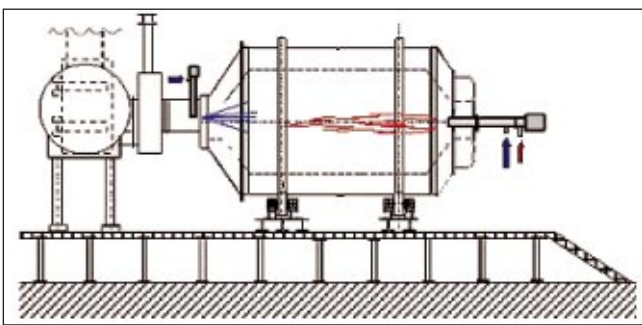




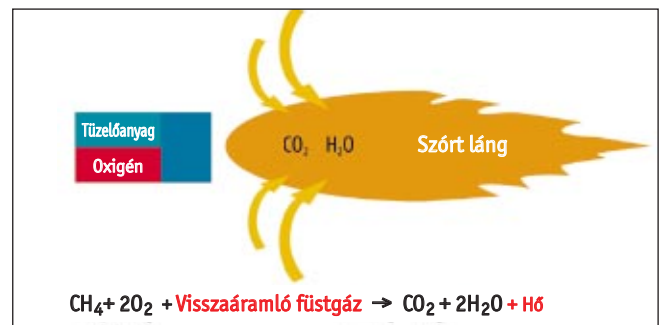
7. ábra. Air-fuel/oxyfuel hatásfok és tüzelőanyagmegtakarítás a füstgázhőmérséklet függvényében [3]



8. ábra. Hagyományos és oxyfuel égő lángképe (szűrőláng)



9. ábra. Hagyományos oxyfuel égő alkalmazása forgódobos kemencében



10. ábra. Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel tüzelés elvi ábrája

Az air-fuel/oxyfuel tüzelés további összehasonlításakor megállapítható, hogy a tüzelés hatásfoka és a tüzelőanyag-megtakarítás mértéke a füstgázhőmérséklet növelésével oxyfuel égők alkalmazásakor jelentősen növekszik a hideglevegős, és a különböző mértékben előmelegített meleglevegős air-fuel égőkkel való összehasonlításban is (7. ábra).

2.3. Hagyományos oxyfuel égők

Hagyományos vagy konvencionális külső keverésű oxyfuel égők legfontosabb jellemzője a relatív magas lánghőmérséklet és a „szűrő láng” (8. ábra), ezért elsősorban forgódobos kemencékben (9. ábra) való alkalmazásuk terjedt el, ahol a betét/füredő és a falazat is „mozgásban van”, így elkerülhető az egy pontra való tüzelés következtében a falazat terhelése és a megnövekedett salakképződés.

A hagyományos Linde oxyfuel égők jellemzőit az alábbiakban összefoglalva láthatjuk:

- Földgáz és oxigén bevitel koncentrikus csöveken keresztül (földgáz belső/oxigén külső cső), alkalmazási igény szerint kialakított fúvókával.

- Elsősorban forgódobos kemencében való alkalmazás.
- Közeghűtés.
- 0,4-2 MW teljesítmény.
- Magas lánghőmérséklet.
- Szűrőláng.
- UV lángörzés.

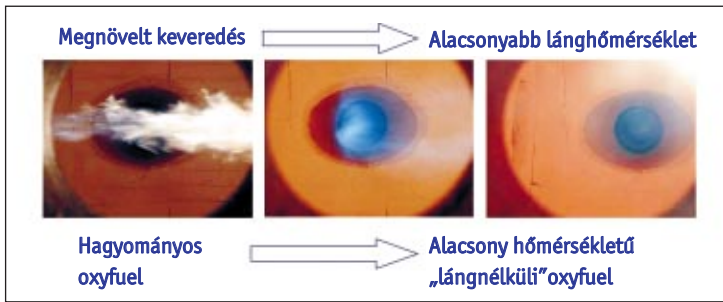
2.4. Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égők

A Linde – ötvözve a hagyományos oxyfuel égők és az air-fuel égők előnyös tulajdonságait – kifejlesztette a Flameless Oxyfuel, vagy más néven Low Temperature (LT) égőcsaládot (flameless jelentése: „lángnélküli”, mivel üzem közben a láng szabad szemmel láthatatlan/nehezen érzékelhető, másnéven Low Temperature, azaz „alacsony hőmérsékletű” mivel a lánghőmérsékletük alacsonyabb a hagyományos oxyfuel égők lánghőmérsékleténél), melynek a cél a hatékony és egyenletes hevítés biztosítása és az NO_x kibocsátás csökkentése. Ennek megvalósítására az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égőknel a tüzelőanyag és az oxigén bevitel több – nagy kilépő gázsebességet biztosító – fúvókán keresztül történik, mely

biztosítja a képződő füstgáz lángba való visszaáramlását és „hígítását”, így elkerülve a hagyományos oxigénes tüzelésre jellemző magas lánghőmérsékletet (10. ábra). A füstgáz folyamatos visszaáramoltatása hőcsúcsoktól mentes, egyenletes láng- és térhőmérsékletet biztosít, így a termikus NO_x képződés is minimálisra csökken és kevesebb a salakképződés [1, 2].

Az oxigén- és a tüzelőanyag-koncentráció a lángzónában lecsökken a képződő füstgázokkal (elsősorban CO₂ és H₂O) való keveredés következtében, ami lelassítja az égési reakciókat, térben és időben „kiterjeszti” az égést, „szét-szört” lángot és homogén hőmérsékletet biztosít (11. ábra) [4].

Ezt a tüzelési módot nevezik „Térbeni tüzelésnek – Volume combustion”-nak is, mivel az égési reakciók térben és időben kiterjednek, „homogén” láng alakul ki, spontán égési reakciók játszódhatnak le a tüzelőanyag öngyulladás hőmérséklete fölött (>750°C biztonsági hőmérséklet). Egyenletesebb kemencehőmérséklet alakul ki, megszűnnek a hideg/forró pontok, így a láng és a falazat/betét között minimalizálódik a hőmérsékletkülönbség. Az



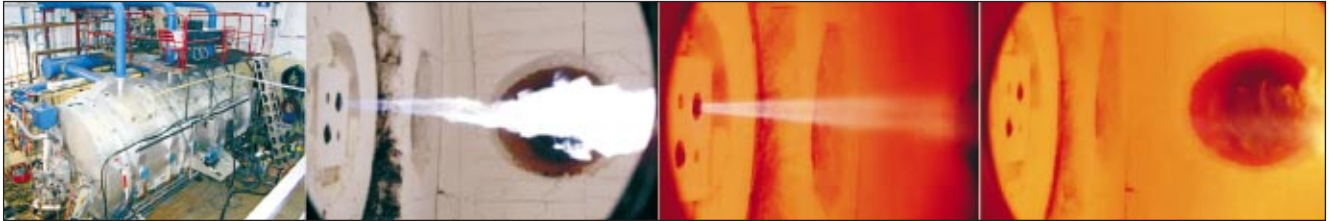
■ 11. ábra. Lángkép hagyományos és alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel tüzeléskor



■ 12. ábra. Kerámia oxyfuel égő



■ 13. ábra. Oxyfuel égő hőálló acélból



■ 14. ábra. Tesztkemence

■ 15. ábra. Lángkép változása hagyományos tüzelési módról az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel módra való átváltáskor [3]

egyenletesebb kemencehőmérséklet és az égés során a nitrogén kizárásával a háromatomos CO_2 és H_2O molekulák magasabb százalékos arányának köszönhetően nagyobb a gázsugárzás, kedvezőbb a hőközlés, gyorsabb hevítés/olvasztás biztosított a kemencében.

Alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égők tulajdonságai [3]:

- falazatba építhető – közeghűtésű – kerámia (12. ábra) és vízűtéses hőálló acél kivitel (13. ábra);
- kettős égőüzem – standard és flameless mód;
- különálló – nagy kilépő gázsebességet biztosító – fúvókák;
- teljesítmény: 0,2- 5 MW;
- olaj, porszerű, gáz tüzelőanyagok;
- könnyű beépíthetőség és kompakt tartós kivitel;
- egyszerű kiszerezhetőség;
- kis karbantartásigény;
- folyamatos arány- és átfolyásszabályozás, nyomásfelügyelet;
- beépített UV lángór és automata gyújtás gyújtóégővel.

3. Összehasonlítás

Az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égő kifejlesztésére, valamint az air-fuel égőkkel és a hagyományos oxyfuel égőkkel való összehasonlítására a Linde tüzeléstechnikai laborjában került sor a svédországi Lidingö-ben. A laborban egy –

boltozati és oldalfali hőelemekkel, valamint hőmérő szondával felszerelt – 8 m^3 -es tesztkemence állt rendelkezésre a különböző tüzeléstechnikai mérésekhez, cserélhető égővel/tüzelési rendszerrel (Flameless LT oxyfuel, hagyományos oxyfuel, regeneratív air-fuel) és folyamatos füstgáz elemzővel (CO , CO_2 , O_2 , NO_x).

A tesztkemencés mérés során összehasonlításra kerültek a különböző égők hőmérsékletprofiljai (16-18. ábra) és a lángcsúcs hőmérsékletei (1. táblázat). A mérések során a teljesítmény minden égőnél 200 kW volt $1\ 200\text{ °C}$ térhőmérséklet mellett [5].

Megfigyelhető, hogy a hagyományos oxyfuel égőknél – mind az égő tengely-, mind oldalirányában – az égő síkjánál kezdetben magas a csúcshőmérséklet, ami viszonylag gyorsan lecsökken a térhőmérsékletre. A regeneratív air-fuel és az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égők ezzel szemben alacsonyabb csúcshőmérséklet mellett, nagyobb kiterjedéssel, homogénebb hőeloszlást biztosítanak, ezáltal megfelelőek lágkemencékben való alkalmazásra alumíniumolvasztáshoz és acélipari hevítésre is. A maximális láng-hőmérsékleteket tekintve a hideglevegős, a regeneratív air-fuel és az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égők között nincs számottevő különbség ($\Delta T < 40\text{ °C}$) [5].

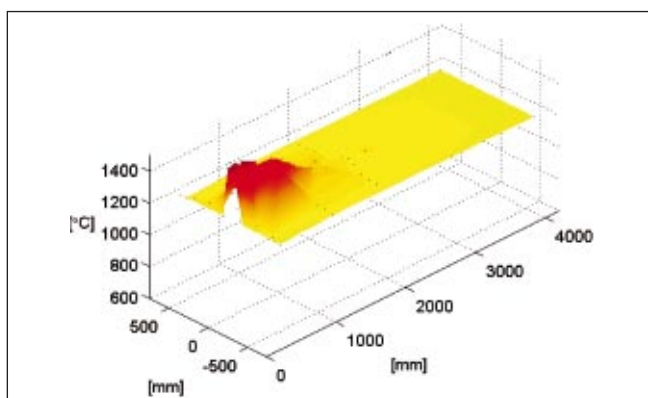
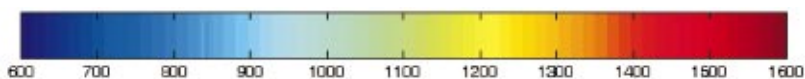
A 19. ábrán az NO_x kibocsátás mértéke figyelhető meg a különböző égőknél,

amely érték az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel tüzelésnél – a kemencébe beszívargó levegő ellenére – rendkívül alacsony, köszönhetően az égőn keresztül bevitt oxidáló közegből a nitrogén kizárásának, valamint a relatív alacsony lánghőmérsékletnek [5].

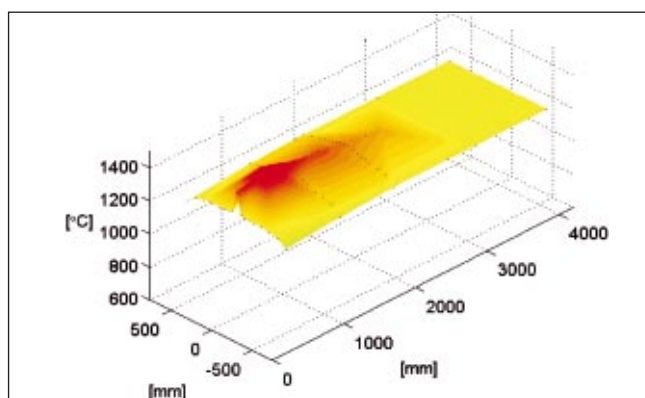
4. Alumíniumipari üzemi tapasztalatok: SAPA, Svédország [1]

A finspang-i SAPA üzem a 28 t-ás olvasztó lángkemencéjénél több mint 10 éves tapasztalattal rendelkezik az oxyfuel tüzelés terén. A kemencében alumínium autóiipari hőcserélőkhöz szükséges lemezekhez (AA3003) olvasztanak hengerművi és drótygyári hulladékot.

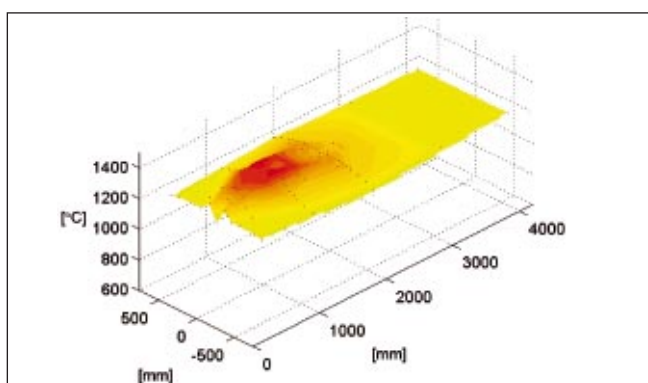
Az olvasztókemence két pár regeneratív air-fuel égős tüzelési rendszerrel 1989-ben került telepítésre. A termelékenységek növekedése és az NO_x kibocsátás csökkentése céljából a tüzelési rendszert 1995-ben a LINDE/AGA által telepített négy darab hagyományos oxyfuel égő (2,6 MW) váltotta fel. A kemence olvasztási kapacitása a 2002-es LINDE & SAPA közös kemence- és folyamatoptimalizációt követően $2,8\text{ t/h}$ volt. 2005-ben a további termelékenységnövelés érdekében az ABB EMS rendszert (Electromagnetic Stirrer) telepített (14. hét), melyet a LINDE alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égőinek telepítése követett (23. hét) 2,6 MW összteljesítménnyel, ugyanazon pozícióban, mint a korábbi égők.



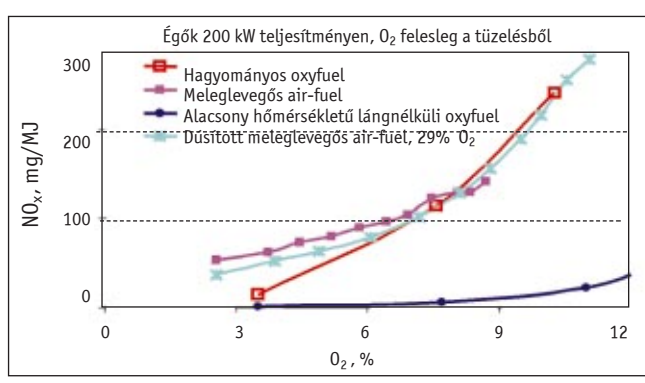
■ 16. ábra. Hagyományos oxyfuel égő hőprofilja



■ 17. ábra. Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égő hőprofilja



■ 18. ábra. Meleglevegős air-fuel égő hőprofilja



■ 19. ábra. NO_x kibocsátás a kéményben levő szabad oxigén függvényében különböző égőtípusoknál

Az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égők vizsgálati eredményei az üzemi termelési adatokból, valamint üzemi tesztek és egyedi füstgázmérések során gyűjtött mérési adatokból kerültek összeállításra.

Az első megfigyelés az olvasztárok részéről az volt, hogy a betét beolvadása sokkal egyenletesebb mint korábban, valamint hogy a boltozati hőmérséklet határértéket a rendszer később érte el, ezért az égők hosszabb ideig tudtak maximális teljesítményen üzemelni, köszönhetően a hatékonyabb hőközlésnek a betét/fürdő felé. Ez számokba foglalva 10%-os olvasztási kapacitásnövekedést és

10%-os tüzelőanyag-megtakarítást eredményezett. Ezáltal további következtetésként lehetőség nyílt az égőteljesítmény növelésére, további olvasztási-kapacitás növelésre és fajlagos tüzelőanyag-megtakarításra (2. táblázat).

A különböző teljesítményű hagyományos és alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égők termelési eredményeit vizsgálták EMS-sel és EMS nélkül. Az EMS és 3 MW-os alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel rendszer egyidejű alkalmazásával 34%-os olvasztási kapacitásnövekedést értek el a hagyományos 2,6 MW-os oxyfuel rendszerhez képest.

A salakképződés összehasonlítása egy

nyolchetes mérési periódusban történt, és a négy verzió 2-2 hétig futott (3. táblázat). EMS nélkül a két égő összehasonlításakor az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égőkkel 9%-kal csökkent a salakképződés, EMS alkalmazásával ez az érték 19%-ra emelkedett.

Hét olvasztási ciklus során az NO_x kibocsátás 90%-kal csökkent a hagyományos oxyfuel tüzelés során mért értékekhez képest, melynek értéke < 100 mg/MJ (< 0,18 kg/t). Az összenergia bevétel a mérések alapján 495 kWh/t, melynek 66%-a az alumínium hevítésére és olvasztására fordítódott, köszönhetően a hatékony alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel tüzelésnek (4.

1. táblázat. Lánghőmérsékletek összehasonlítása

Égőtípus	Maximum lánghőmérséklet
Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel	1434 °C
Air-fuel, hideglevegős	1404 °C
Regeneratív levegős	1398 °C
Hagyományos oxyfuel	>1600 °C

2. táblázat. Relatív olvasztási kapacitás különböző ballításoknál

EMS	Hagyományos oxyfuel 2,6 MW	Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel, 2,6 MW	Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel, 3,0 MW
Elektromágneses keverés			
Üzemen kívül	1	1,04	
500 A-rel üzemel	-	1,18	1,34
550 A-rel üzemel	1,09	1,20	

táblázat). Összehasonlításként ez a szám lángkemencéknél az USA-ban 30% alatt van.

A SAPA-nál történt sikeres fejlesztés eredményei az alábbiakban kerültek összegzésre:

1. Egyenletesebb beolvadás/kemence-hőmérséklet:

- 10% olvasztási kapacitás-növekedés;
- 10% fajlagosenergia-csökkentés;
- 90% NO_x kibocsátás csökkenés;
- 9% salakképződés-csökkenés;
- 34% olvasztási kapacitás-növekedés: FLAMELESS LT égő + EMS;
- a fajlagosenergia-felhasználás 495 kWh/t;
- a hatásfok ~66%.

2. Gyorsabb olvasztás és energiamegtakarítás.

3. Megbízható, kontrollált folyamat és eszköz.

5. Az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel technológia acélipari alkalmazási területei

5.1. REBOX® technológia

Az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égők biztosította előnyök az alumíniumolvasztás mellett elsősorban az acélipari hevítő és hőkezelő kemencéknél kerülnek kihasználásra. A meleghengerlés vagy kovácslás előtt a bugákat mintegy 1200 °C-ra szükséges hevíteni, ennél a hőfoknál az oxyfuel tüzelés hatékonysága méginkább kihasználható (lásd: 7. ábra).

Acélipari újrahevítő és hőkezelő kemencéknél a Linde világszerte több mint 120 oxyfuel tüzelési rendszert telepített



■ 20. ábra. A SAPA 28 t-ás olvasztókemencéje

napjainkig, az elmúlt öt év során kizárólag „alacsony hőmérsékletű lángnélküli” oxyfuel égők alkalmazásával, különféle kemencetípusoknál (pl. léptetőgerendás, toló, karusszel, aknás stb.)

Az acélipari hevítőkemencékhez a Linde REBOX® márkanéven kínál technológiát, mely komplett kulcsrakész megoldásként vállalja az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel tüzelési rendszer telepítését és a tervezéshez/telepítéshez kapcsolódó munkálatokat, a Linde csoporthoz tartozó svéd UTAB kemencegyártó közreműködésével (tervezés és generálkivittelezés; a kemence mechanikai átépítése, oxigén tüzelési rendszer installációja, a füstgázrendszer átépítése, gázátfolyás szabályozó rendszer telepítése, gázellátó rendszer telepítése, garancia a REBOX® rendszer hatékonyságára szerződéskötéskor).

Az acélipari REBOX® Flameless LT oxyfuel tüzelés alkalmazásakor a 2.4. pontban már kifejtett előnyök kerülnek kihasználásra, melyek közül a legfontosabbak, hogy – ezen az alumíniumolvasztáshoz képest magasabb térhőmérsékleten – a kevesebb képződő füstgáznak és az alacsony füstgázvesztésnek, a hatékony és egyenletes hevítésnek köszönhetően jelentős energiamegtakarítás, termelékenység-növekedés, emissziócsökkenés és minőségjavulás érhető el (homogén hőeloszlás és reveképződés csökkenés mellett), lásd 5. táblázat [2, 6].

3. táblázat. Relatív salakképződés különböző beállításoknál

	Hagyományos oxyfuel; 2,6 MW	Alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel; 2,6 MW
EMS nélkül	1	0,91
EMS-sel	0,88	0,81

4. táblázat. A 28 t-ás olvasztókemence hőmérlege (hét ciklus alapján)

	kWh/t folyékony Al	
Tüzelőanyag-bevitel	495	100%
Al (olvasztás és hevítés)	328	66%
Kemencevesztés	78	16%
Füstgázvesztés	73	15%
Tömörtelenség / fals levegő veszteség	16	3%

Az alacsony hőmérsékletű „lángnélküli” oxyfuel égőcsaláddal lehetőség nyílik az alacsony kalóriatartalmú tüzelőanyagok (kocszoló kamragáz/nagyolvasztó torrogáz) elégetésére is.

5.1.1. Acélipari tapasztalatok a REBOX® rendszerrel: Outokompu, Svédország [7] 2002-ben az Outokompu elhatározta a svédországi Degerfros-i hengerművében üzemelő léptetőgerendás kemence fejlesztését. Az elvárás az Outokompu részéről minimum 30% kapacitásnövelés, homogén betéthőmérséklet, fajlagos energiafelhasználás és emissziócsökkentés volt kulcsrakész telepítéssel, mely munkával a Lindét bízta meg korábbi többéves sikeres együttműködést követően.

A 27 m hosszú, 5 m széles kemence adatai:

- a tüzelőanyag LPG;
- rekuperátoros air-fuel tüzelés;
- a hevítendő termék saválló acél 1 550 mm szélességgel, 140-300 mm anyagvastagsággal.

A meglévő rekuperátoros air-fuel tüzelési rendszert a Linde 2003-ban 25 nap

5. táblázat. Különböző tüzelési rendszerek energiamegterlegének összehasonlítása;

		Hideglevegős air-fuel	Meleglevegős air-fuel	REBOX® Flameless LT oxyfuel
Az acél hevítéséhez szükséges energia	kWh/t	200	200	200
Kemencevesztés	kWh/t	10	10	10
Füstgázvesztés	kWh/t	290	155*	50
Füstgáz hőmérséklet	°C	1200	850	1200
Levegő előmelegítés	°C	20	450	20
Hatásfok	%	42	60	80
Energiaszükséglet	kWh/t	500	365	260
Energiaszükséglet	GJ/t	1,8	1,33	0,94

*rekuperátor után

alatt váltotta ki a REBOX® Flameless LT – alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel tüzelési rendszer kulcsrakész telepítésével: 26 db Flameless LT oxyfuel égő (összteljesítmény 16 MW), kemence-átépítés, új füstgázrendszer, átfolyás-szabályozó egység, szabályozó rendszer, beüzemelés, próbaüzem).

A szerződéskötéskor a Linde Performance Guarantee-t vállalt, melyet az átépítés után az alábbi mutatószámokkal teljesített:

- 35%-kal nagyobb kapacitás;
- 25% energiamegtakarítás (0,97 GJ/ton hidegbetétre);
- homogén betéthőmérséklet;
- NO_x emisszió <70mg/MJ (350 mg/m³);
- kevesebb karbantartásigény, rekuperátor megszüntetése;
- átalakítás 25 nap alatt.

5.2. Alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel technológia alkalmazása üstelőmelegítés során [4]

Acél- és vasöntődégekben a kemencéből való csapolás előtt szükséges az üstök előmelegítése. Az előmelegítés történhet air-fuel égőkkel, valamint oxyfuel égőkkel egyaránt. Hagyományos oxyfuel égőkkel magasabb üsthőmérséklet érhető el, ezért nem szükséges jelentősen túlhevíteni az fémfüldöt csapolás előtt, rövidebb hevítési idő következtében kevesebb üst használata szükséges, 75-80%-kal kevesebb füstgáz képződik a fajlagosan kevesebb felhasznált tüzelőanyag és a nitrogén kizárásának következtében, kisebb füstgáz tisztító rendszer szükséges, és 50-55%-kal alacsonyabb tüzelőanyag-felhasználás a hideglevegős tüzelési rendszerekhez képest. Telepítés szempontjából egyszerű, kom-

pakt kivétel és könnyű telepíthetőség a rekuperatív vagy regeneratív air-fuel égős rendszerekkel összehasonlítva. A hagyományos oxyfuel égők alkalmazása üstelőmelegítéskor egy bevált technológia, az alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égők alkalmazása mérföldkő a hevítésben. Alkalmazásukkal egyenletesebb a hőeloszlás az üstben, az üstfalazat/fe-nék hőterhelése és ezáltal elhasználódása csökken, élettartama nő, rendkívül alacsony NO_x képződés mellett a hevítési teljesítmény is javul.

6. Összefoglalás

A Linde Flameless LT - alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel égőcsalád, ösz-szevetve a hagyományos oxyfuel és még-inkább az air-fuel égőkkel, lényeges előnyöket biztosít az alumínium- és acélpipari felhasználóknak. A hatékonyabb tüzelésnek köszönhetően 30-50%-os olvasztási/hevítési kapacitásnövekedés (gyorsabb hevítés/olvasztás, rugalmasabb termelés) érhető el. Az akár 50% tüzelőanyag-megtakarítás mellett kevesebb salak képződik az alumíniumolvasztás és kevesebb reve az acélhevítés során. A füstgáz mennyisége 75-80%-kal csökken, és a jelentős (akár 50%) CO₂ és SO₂ emisszió csökkenés mellett az NO_x kibocsátás is rendkívül alacsony (akár -90%, <70 mg/MJ). Közvetett hatásainál kiemelendő a kisebb füstgáz-kezelő rendszer igény, az égők kisebb



■ 21. ábra. Alacsony hőmérsékletű oxyfuel égő üzem közben

hely- és kevesebb karbantartásigénye, a rekuperátor- vagy a regenerátorboxok szükségtelensége. Ezen előnyöket kihasználva napjainkban már több mint 30 acél- és alumíniumipari kemence üzemel világszerte a Linde Flameless LT – alacsony hőmérsékletű „lágnélküli” oxyfuel tüzelési rendszerrel [1, 3, 6].

7. Felhasznált Irodalom:

- [1] Henrik Gripenberg, Anders Johansson, Rüdiger Eichler, Lennart Rangmark: Optimised Oxyfuel Melting Process at Sapa Heat Transfer AB. Light Metals 2007, 1-5. oldal
- [2] Joachim von Scheele: Results from 120 oxyfuel installations in reheating and annealing Burner&Combustion. Heat Processing (7) Issue 4, 339-342.
- [3] Ola Ritzten: REBOX® presentation. 2008
- [4] Joachim von Scheele: Use of Flameless Oxyfuel in ladle preheating presentation. 2009
- [5] Narayanan Krishnamurthy, Wlodzimierz Blasiak, Anders Lugnet: Development of High Temperature Air and Oxy-Fuel combustion technologies for minimized CO₂ and NO_x emissions in Industrial Heating. The Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE)". 1-3 December 2004, Hua Hin, Thailand, 1-6.
- [6] Joachim von Scheele, Ola Ritzten, Vladimir Zilka: Substantial Reduction of Fuel Consumption, CO₂ and NO_x Emissions When at same time Increasing Production Capacity, 2008. 05. 19-21., 3-4.
- [7] Linde gas presentation material: REBOX® Revamping a walking beam furnace with oxyfuel combustion



■ 22. ábra. Léptetőgerendás kemence, Outokompu Degerfros

X. fémkohászati szakmai nap a Miskolci Egyetemen

A Fémkohászati szakosztály minden eddigénél nagyobb sikerrel tartotta meg immáron hagyományosnak tekinthető szakmai napját a Miskolci Egyetemen. A jubileumi találkozó ünnepélyességét fokozta, hogy az *dr. Horváth Zoltán* fémkohász professzor, a Kohómérnöki Kar első, egyben karalapító dékánjának szoboravatásával kezdődött.

A részletesebb ismertetés előtt szeretnék egy kis visszpillantást adni a hagyományteremtő ötletre és időkre.

Az egyesületnek évtizedek óta visszatérő témája a fiatalok bevonása az egyesületi munkába a szakma jövőjének és a hagyományok ápolásának a biztosítására.

Az 1999-es selmecbányai salamander eseményeiről szóló beszámolók egyetemistáink és főiskolásaink lelkes, de gyakran túlkapaszkodó is tartalmazó viselkedésének kritikáit hozták. Ekkor fogalmazódott meg *Petrusz Béla* elnökünkben a gondolat, hogy a salamanderhez közeli időpontban kimondottan a fiataloknak szervezzünk lelkesezésüket, fiatalos hevületüket „leveztető” olyan szakmai programot, amely vonzó, hasznos, és amelyen részt vesznek az oktatók és az iparág képviselői is.

Ezen elhatározásból a szakosztály vezetősége 2000-ben kezdeményezte, hogy évente Fémkohászati szakmai nap címmel egy napos konferenciát, baráti találkozót és hagyományápoló szakestélyt rendez a Miskolci Egyetemen. Célunk az volt, hogy az ipar szerkezetváltását bemutassuk a szakembereknek, az egyetemi oktatóknak és a hallgatóknak, segítsük a szakma művelőinek munkáját, a hallgatók szakmai eligazodását, elhelyezkedési lehetőségét.

Mind a tíz szakmai nap emlékét feliratos alkalmi kupa őrzi. Az anyagiakat – az elmúlt két év kuparendeléseinek kivételével – szponzorok támogatása biztosította. A szponzori kört a szakosztály vezetése válsztotta ki, lehetőséget teremtve számukra cégüket bemutató vagy éppen szakmai előadások tartására.

Az alkalmankénti öt-nyolc előadás tematikai összeállításának szempontja volt többek között az is, hogy legalább minden második-harmadik évben hangozzék el előadás az OMBKE-ről, annak tevékenységéről, vonzóvá téve azt a fiatalok számára. Ugyanígy minden második-harmadik évben előadás foglalkozott az egyetemi oktatás aktualitásaival, a változásokkal. Hagyományá vál, hogy az előadások közt minden évben helyet kap egy hallgatói előadás is. Ebben persze nagy szerepe van – csak úgy, mint a szakmai napok szervezésében –

a Fémkohászati Tanszéknek, de sikerült a programokhoz előbb érdeklődő, majd aktív résztvevőként megnyerni az Öntészeti Tanszékét és a hozzá tartozó szakmai kört is.

Erős volt az elhatározásunk, hogy nem maradhat el egy évben sem a fémkohászati szakmai nap. De mivel ember tervez..., 2005-ben az egyesületi programok oly mértékben torlódtak, hogy nem találtunk a rendezésre alkalmas időpontot. Ezért úgy döntöttünk, hogy csak halasztunk, és 2006-ban két szakmai napot tartunk. A VI. fémkohászati szakmai napot a dunajvárosiak nagy csodálkozására, később nagy öröme a Dunajvárosi Főiskolán, rekord számú résztvevő mellett szerveztük meg 2006 tavaszán. Ősszel került sor a VII. fémkohászati szakmai napra, a hagyományok szerint immár Miskolcon.

Kiemelésre érdemes még a IV. fémkohászati szakmai nap, amikor a Fémkohászati Tanszék kezdeményezésére együtt ünnepeltük meg a tanszék 133 éves fennállásának évfordulóját 2003. november 7-én.

A fémkohászati szakmai napok programja keretében „egyetemiek-ipariak-oktatók” baráti találkozója és szakestélyre mindig sor került.

Álljon itt az erkölcsiekben és anyagiakban együttesen támogató gazdasági társaságok névsora, az elmúlt kilenc év rendezvényeinek szponzora: Alublock Kft. (Apc), Alcufer Kft. (Győr), Antal Kft. (Csepel), ALCOA-Köfém Kft. (Székesfehérvár), Csepeli Fémmű FA (Budapest), EBA Kft. (Tatabánya), Electro-Coord Kht. (Budapest), Elektra Kft. (Dunajváros), EURAL Kft. (Tatabánya), Eurocast Kft. (Mocsa), FESZOTRADE Kft. (Budapest), Feferrum Kft. (Budapest), FÉMALK Kft. (Budapest), Glób-Metal Kft. (Törökbálint), HWH Metals Kft. (Érd), Interdunamet Kft. (Budapest), Inter-Metalex Kft. (Budapest), Klein Metals Kft. (Jobbágyi), Loacker Kft. (Budapest), Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége (Budapest), MAL Zrt. (Ajka-Inota), Metalfórum szaklap (Sárospatak), Metalkontakt Kft. (Budapest), Metalservice Kft. (Budapest), P-Metal Kft. (Tatabánya), Salker Kft. (Apc), Schmelzmetall Hungaria Kft. (Budapest), Working Kft. (Tatabánya).

A X. fémkohászati szakmai nap szponzorai: EBA Kft. (Tatabánya), Eurocast Kft. (Mocsa), GLÓB-METAL Kft. (Törökbálint), INOTAL Kft. (Inota), LINDE Magyarország Zrt. (Budapest), Martin Metals Kft. (Székesfehérvár), Metalex 2001 Kft. (Budapest), Schmelzmetall Hungaria Kft. (Budapest).

A 2009-es szakmai konferencia prog-

ramja *Balázs Tamás* szakosztályi alelnök irányításával az alábbiak szerint alakult:

1. Elnöki megnyitó (Petrusz Béla)
2. *Dr. Tolnay Lajos*: Civil szervezet – szakmai egyesület az iparban
3. *Kokas Péter – Demeter Dániel*: A LINDE szerepe a hazai fémkohászatban
4. *Hajnal János – dr. Hatala Pál*: A hazai fémkohászat és -öntészet átrendeződése
5. *Varga Ferenc – Varga Mária*: A vákuummetallurgia lehetőségei a szinesfémkohászatban a Schmelzmetall Hungaria Kft.-nél
6. *Dr. Fehér Nelly*: Alumíniumfélégyártmány-gyártás az ALCOA-Köfém Hengerműben.
7. *Gilányi Tamás – Balika István*: Elektronikai hulladékok előkészítése felsőfokon
8. *Tóth Pál* kohómérnök hallgató: Korrózióálló anódos oxidréteg titánon
9. *Dr. Gácsi Zoltán – dr. Kékesi Tamás*: A kohászati felsőoktatás helyzete

A konferencia tematikája változatlanul a hagyományokat követte. Egyesületi elnökünk, dr. Tolnay Lajos átfogóan értékelte az egyesület dicsőséges múltját és a ma is benne rejlő lehetőségeket. Kékesi professzor a szokásos mély átéléssel adta elő az oktatásügy anomáliáit.

A további szakmai előadások lefedték a teljes hazai fémkohászatot. Ki kell emelni „A LINDE szerepe a hazai fémkohászatban” c. előadást, amely a cég kohászat érdekében tett fejlesztéseinek eredményeit mutatta be.

A X. fémkohászati szakmai napot az EMIK vonósnégyes mintegy félórás, rövid zenei darabokból álló koncertje tette még színesebbé *Zsekov Mónika* vezetésével. A programban elhangzott darabok: *Weiner Leó*: Csárdás, *Bach*: Air, *Mozart*: két operarészlet, *Bizet*: Habanera a Carmen című operából, *Massenet*: Intermezzo a Parasztbecsület című operából, *Elgar*: Szerelmi üdvözlés, *Weiner Leó*: Rókatánc, *Hisaishi Joe*: Melody Road és a ráadás: Happy Birthday variációk különböző stílusban.

A jó hangulatú koncert után, hogy nem csak a hallgatóság, de a zenekar tagjai is jól érezték magukat, bizonyítja, hogy a zenészek felkérésünkre már elkötelezték magukat a 2010-ben rendezendő fémkohászati szakmai napunkra is. Majd hagyományápoló ünnepi kohász szakestélyünket is megtisztelték részvételükkel csak úgy, mint *Kutas László* szobrászművész, *Horváth* professzor szobrának alkotója.

 Hajnal János

BUZA GÁBOR

A lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyai I.

Avagy: mire megy el az energia?

A lézersugaras anyagmegmunkáló technológiák szerte a világon elérhetők. Ennek ellenére az anyagmegmunkálással foglalkozó szakembereknek csak kis része ismerkedhetett meg szervezett oktatáson keresztül azzal a sokrétűséggel, amit a lézersugár alkalmazása kínál. Még kevesebben vannak, akik a komplett lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyainak részleteivel foglalkozhattak volna. Ebben a cikksorozatban a legfontosabb (legelterjedtebb) sugárforrások sajátosságait kiemelve, néhány közismert technológián keresztül tekintem át a lézersugárnak, mint az elektromágneses sugárzás egy speciális fajtájának energetikai jellegzetességeit. Annak ellenére, hogy a sugárzás és az anyag kölcsönhatásának eredményei alapvetően a fizikai jelenségek és törvények ismeretében tárgyalhatók, a cikkben mégis a műszaki-technológiai tárgyalásmód a domináns.

Az anyagok lézersugaras megmunkálására többnyire nagy átlagteljesítményű, esetenként nagy impulzusteljesítményű berendezéseket használnak. Az, hogy a megmunkáláshoz milyen típusú, teljesítményű, hullámhosszúságú stb., általánosan fogalmazva: tulajdonságú lézersugárra, ill. berendezésre van szükség, az számos körülménytől függ. Legfontosabb ezek között a megmunkálási technológia célja (edzés, vágás, hegesztés, olvasztás, ötvözés, fúrás, gravírozás stb.), a megmunkálható anyag vegyi összetétele és a megmunkálható tárgy geometriai jellemzői.

A lézersugaras megmunkálás célja tehát sokféle lehet. Többek között ez a sokféleség is szerepet játszik abban, hogy a lézersugaras technológiák gyorsabban terjednek a gyakorlatban, mint mások, hiszen sok esetben ugyanazzal a berende-

zéssel eltérő megmunkálási műveletek végezhetők. Néhány alkalmazási cél fajlagos energiaigényét, a fajlagos teljesítményigényét és a jellemző anyag-lézersugár kölcsönhatási idejét az 1. ábrán látható diagram mutatja.

A diagram alapján úgy tűnik, a feliratozáshoz kell a legnagyobb teljesítményű lézerberendezés. A valóságban azért nem, mert egyrészt a nagy intenzitású csúcsok integrált értéke (átlagteljesítménye) kicsi, másrészt a rövid impulzusokkal történő megmunkálás során (feliratozás, fúrás stb.) erősebben fókuszált lézer sugárnyalóbot alkalmaznak, mint a hosszú hatásidejű (edzés, forrasztás stb.) kezelések során.

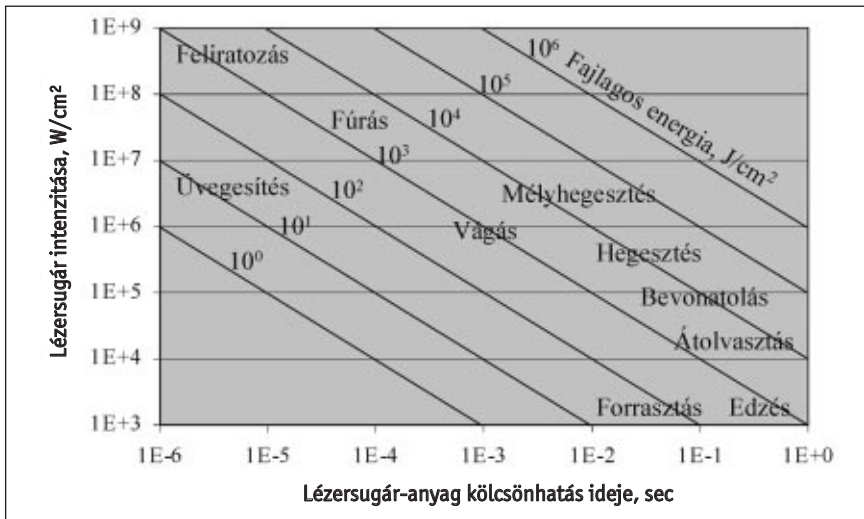
Az 1. ábrán látható diagram alapján sajnos még nem lehet helyes döntést hozni, ha egy alkatrész valamilyen lézersugaras megmunkálására alkalmas lézerberen-

dezést szeretnénk választani, specifikálni. Az elektromágneses sugárzás (esetünkben lézer) – anyag kölcsönhatás során az anyagba jutó, abban elnyelődő energia nagysága ugyanis erősen függ a sugárzás hullámhosszúságától, teljesítménysűrűségétől, az anyag vegyi összetételétől stb. Az anyagminőség és a hullámhosszúság hatása közötti összefüggés jellegét mutatja a 2. ábrán látható diagram. A diagramon szereplő görbék jelentését értékelve kitűnik, hogy egy lézerberendezés, amely alkalmas pl.: 10 mm vastag acéllemezt vágására, az ugyanilyen vastag alumíniumlemezeire nem feltétlenül, pedig az alumínium olvadáspontja köztudottan lényegesen kisebb, mint az acélé (vas $T_{op.}$: 1536 °C, alumínium $T_{op.}$: 660 °C). Ennek egyik oka a két anyag lézersugár „elnyelő” képessége közötti jelentős különbség, valamint egyéb fizikai tulajdonságok különbözősége.

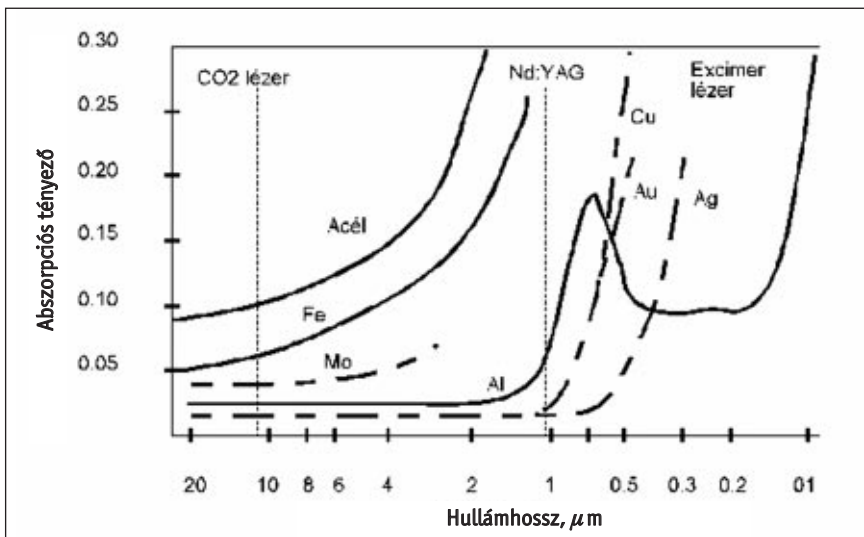
A lézersugár jellemzőinek (teljesítmény, üzemmód (impulzus vagy folyamatos), sugárminőség, fókuszálhatóság, energiaeloszlás a nyálában belül stb.) a munkadarab geometriai jellemzőihez is igazodniuk kell. Hiába alkalmas egy pl.: 5 kW átlagteljesítményű lézerberendezés akár a 10 mm-nél is vastagabb acéllemezt vágására, nem alkalmas a 0,2 mm vastag lemez úgynevezett finomvágására, pl.: karóra alkatrészek készítéséhez („ágyúval verébre”).

Mindezek alapján jogosan vetődik fel a kérdés: milyen általánosítható elv alapján lehet lézerberendezést és technológiát választani, ill. fejleszteni? Mivel a lézersugaras anyagmegmunkálások mindegyike azon alapszik, hogy az elektromágneses sugárzás és az anyag kölcsönhatása során az anyagban hő keletkezik, a jelenségek megértése érdekében azt kell vizsgálni

Dr. Buza Gábor 1975-ben szerzett kohómérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1975-től 1988-ig a Vaskut, 1988-tól a BME dolgozója. Jelenleg a BME Közlekedésmérnöki Kar Járműgyártás és -javítás Tanszékének docense és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézet igazgatója. Egyetemi doktori értekezését 1986-ban védte meg. 1990 óta a műszaki tudomány kandidátusa, 2008-tól a Miskolci Egyetem címzetes egyetemi tanára. Fő érdeklődési területe: acélok fázisátalakulásának vizsgálata, nagy energiasűrűségű eljárások. Több mint 10 éve intenzíven foglalkozik a nagy teljesítményű lézerek anyagmegmunkálási lehetőségeinek kutatásával.



■ 1. ábra. Néhány lézersugaras technológia jellemző fajlagos energiaszükséglete



■ 2. ábra. A lézersugár elnyelődésének mértéke néhány anyagra 20 °C-on, a hullámhosszúság függvényében

nunk, hogy a sugárforrásból kilépő lézersugár energiája mire fordítódik.

A hasznosult energia értelmezése

A lézersugaras technológiák alkalmazása során – annak tudatában, hogy minden esetben az anyag célzott felhevülését kívánjuk elérni – mindig más konkrét céllal közlünk energiát a megmunkálandó anyaggal. Vegyük első példaként az edzést. Ebben az esetben a lézersugár energiájával a munkadarab hőmérsékletét annyira kell megnövelnünk, hogy az acél edzeni kívánt térfogatában lejátszódjon az ausztenitesezési folyamat, az $\alpha \rightarrow \gamma$ fázisátalakulás. Ez az anyag ún. edzési hőmérsékletre hevítését jelenti. A céljainkat közvetlenül csak az ehhez szükséges energia szolgálja, aminek

mennyisége számítható. Ez az az energia-mennyiség, ami hasznos(ul). Az a lézersugár-energia, ami nem erre fordítódik, az számunkra veszteség. Az indokolatlan túlhevítés egyébként kedvezőtlenül hat például az acél szövetszerkezetére és csökkenti az ausztenitesezés követő hűlés sebességét, ezzel rontja az edzés eredményét. Még kedvezőtlenebb esetben az alkatrész termikus eredetű, mechanikai belső feszültségére visszavezethető vetemedését is eredményezheti.

Ennél bonyolultabb a helyzet, ha a lézersugár hasznosuló energiájának kérdését a feliratozás, jelölés technológiájának tükrében vizsgáljuk. Ennek a technológiának ugyanis önmagában több módja van, amelyek mindegyikénél más-más cél elérésére kell a lézersugár energiáját fordí-

tanunk. Lézersugárral feliratozni (gravírozni) lehet úgy, hogy

- a munkadarab felületéről célzottan elpárologtatunk anyagot (lézersugárral az acélt, vagy akár a volfrámot is el lehet párologtatni célzottan, lokálisan!),
- az alkatrész anyagát célzott hőközléssel átalakítjuk (pl.: fa, műanyag feliratozása),
- szerves, vagy szervetlen bevonatot elbontunk, átalakítunk, eltávolítunk (pl.: színes elox réteg, festék stb.),
- levegő jelenlétében hőmérséklet-növeveléssel oxidálunk, vagy
- egy vékony fém-oxid keveréket olvasztunk a felületre stb.

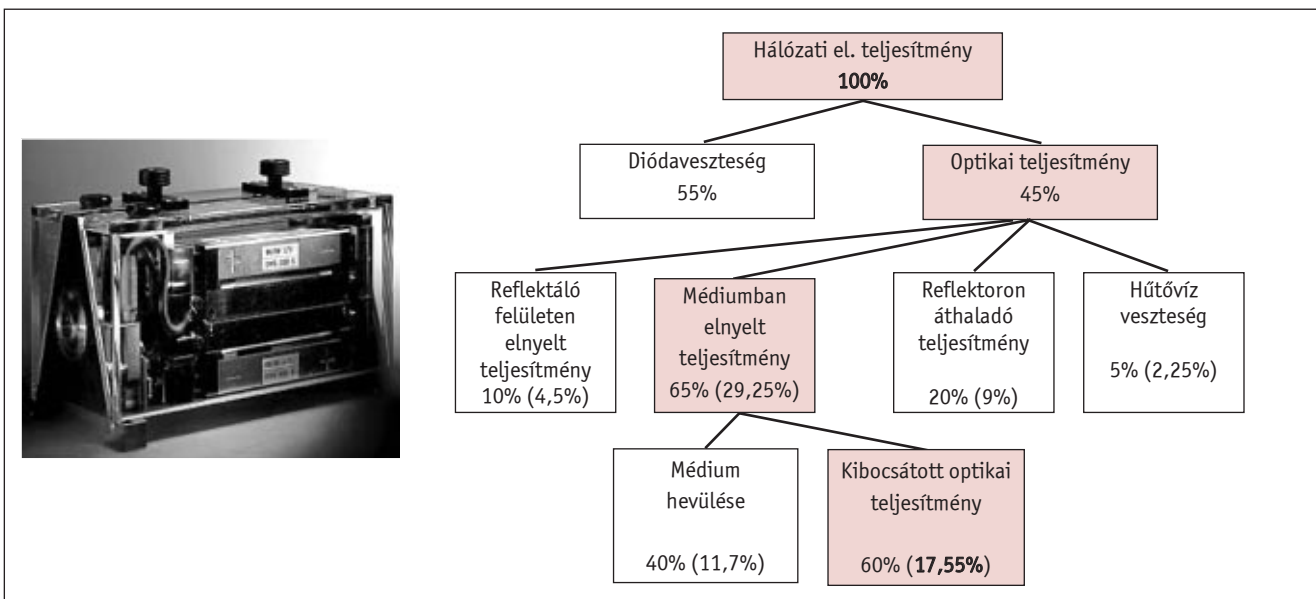
Annak ellenére, hogy az előbbi felsorolás nem jelenti a feliratozási módszerek teljes tárházát, látszik, hogy a feliratozási technológiákon belül, a lézersugár energiájának különböző hasznosulására (párologtatás, termikus bontás, oxidációs sebesség növelése, olvasztás) törekszünk.

Az az energia, ami a lézer sugárforrásból (rezonátorból) kilép, természetesen nem egyezik meg azzal, ami a kívánt technológiai folyamat lejátszódása szempontjából szükséges, ami szorosan értelmezve, a technológiai cél érdekében hasznosul.

Mivel a lézerberendezések teljesítményét a rezonátorból kilépő sugárral jellemzik és ennek csak töredéke hasznosul, szükséges számba venni, mire megy el az az energia, ami nem hasznosult. Ezt azért is célszerű alaposan áttekinteni, mert esetenként lehetőségünk van a veszteségek jelentős csökkentésére, a berendezés hatékonyságának, termelékenységének, alkalmazhatósági körének növelésére. Általában igaz az is, hogy az abszorbeált energia hasznosulásának mértékét növelve, a lézersugaras megmunkálás eredményének minőségi mutatói is javulnak.

A rezonátorból kilépő sugárzás teljesítménye

Amennyiben az anyagmegmunkálásra szánt, nagy átlag-, vagy impulzusteljesítményű lézer sugárforrásokra koncentrálnunk, akkor a CO₂, a szilárdtest (pl.: Nd:YAG, itterbium üveg, szál stb.), a félvezető és az Excimer lézereket kell számba vennünk. Az iparban a legelterjedtebbek a CO₂, a szilárdtest és a félvezető lézerek. Az utóbbi években a szállézerek (fiberlaser) térhódításának lehetünk tanúi. Az ezekből kilépő sugárzás átlag-, vagy impulzus-



■ **3. ábra.** Félvezető diódával pumpált Nd:YAG rúdlézer modul energiaveszteségei (zárójelben a felvett hálózati teljesítményre vonatkoztatott érték van) [1]

teljesítménye több nagyságrenddel különbözhet egymástól. A szilárdtest lézerek között léteznek milliwattos és száz kilowattos lézer sugárforrások. Ez nyolc nagyságrendet jelent.

A lézersugaras anyagmegmunkálásokat energiafelhasználásuk szempontjából értékelve arra is tekintettel kell lennünk, hogy mekkora energiabefektetéssel állítjuk elő a kívánt elektromágneses sugárzást. A lézersugár hullámhosszától, a lézermédiум anyagától, a médiум gerjesztésének módjától, a sugárforrás gyártójától, a berendezés geometriai jellemzőitől, az üzemi hőmérséklettől és még néhány körülménytől függ az, hogy a rezonátor által felvett, jellemzően elektromos energia hány százalékából lesz lézersugárzás, vagyis mekkora a rezonátor hatásfoka. Ebben a tekintetben a legkedvezőbbnek a félvezető, legkedvezőtlenebbnek az Excimer lézer sugárforrások mutatkoznak.

A rezonátorba juttatott energia (pum-

páló energia) és a rezonátorból kilépő sugárzás aránya nagyon sok tényezőtől függ. Még az optimális beállítású (hangolású) rezonátorban is jelentős veszteségek adódnak. Ezt vázlatosan szemlélteti egy laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálatokon alapuló mérésorozat, ami szerint a félvezető diódával pumpált Nd:YAG rúdlézer esetében a 3. ábrán látható veszteségek adódtak [1]. A mérési eredmények alapján, ideális esetben, a hálózathoz felvett elektromos teljesítmény 17,55%-a alakult át lézersugárzássá.

Napjainkban legelterjedtebben a CO₂ és a szilárdtest médiумú sugárforrásokat alkalmazzák. Ez érthető is, a sugárforrás gyártók által 2006-ban szállított berendezések teljesítmény, hatásfok és sugárminőség adatait tartalmazó 1. táblázat alapján [2].

A lézersugár minőségére vonatkozó adatokat azért szükséges minden esetben ismerni, mert amint azt a későbbiekben

látni fogjuk, lényegesen befolyásolják a megmunkálási lehetőségeket, az energiahasznosulás mértékét. Hiába van nagy teljesítményű (néhány kW-os) rezonátorunk, mégsem tudunk olyan pontosságú, ill. hatású megmunkálást, pl.: üvegest belsejében 3D-s rajzolatot létrehozni, mint a néhányszor tíz wattos lézersugárral, ha az utóbbinak lényegesen jobb a sugárminősége, kisebb területre lehet a sugárnyalábot fókuszálni.

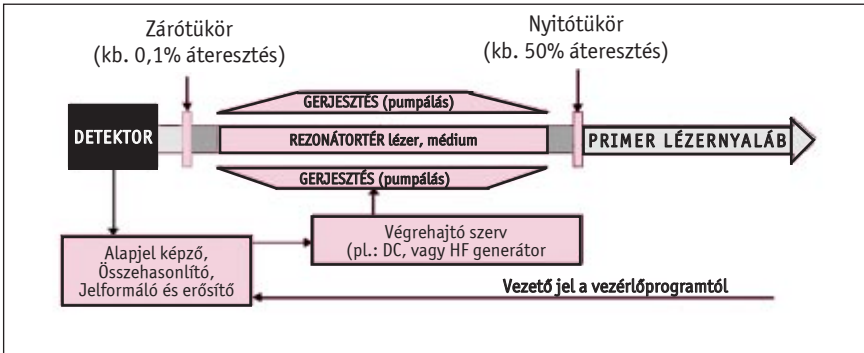
Bár egyszerűnek hihetjük a lézersugaras anyagmegmunkálási technológiák tervezését, az előző gondolatokból talán már kitűnik, hogy számos fizikai jelenségre, körülményre kell nagy figyelmet fordítani a sikeres technológia érdekében. A jelenségek és körülmények számbavételét segíti, hogy az anyagmegmunkálások során jellemzően a lézersugár termikus hatását használjuk ki, vagyis nem követünk el nagy hibát, ha erre helyezük a hangsúlyt és nem próbálunk mindent optikai szempontból tárgyalni. Vagyis vizsgálódásunk lehet tisztán energetikai szemléletű.

1. táblázat. CO₂ és szilárdtest lézerek teljesítményére, hatásfokára és sugárminőségére vonatkozó adatok

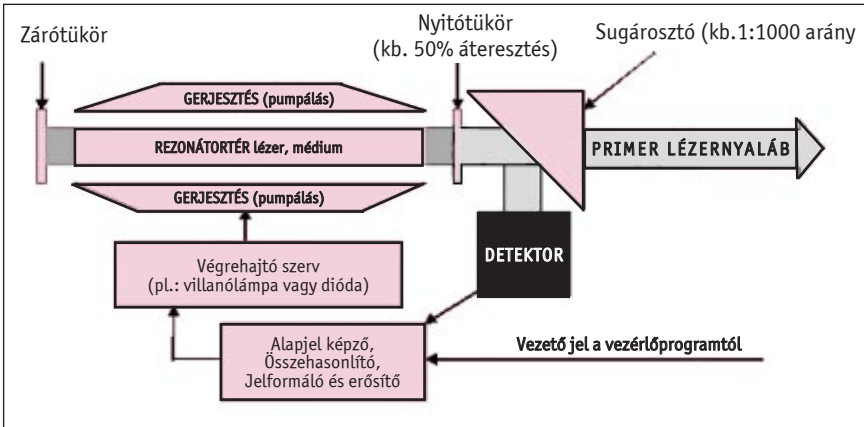
Lézer sugárforrás		Max. teljesítmény, kW	Hatásfok, %	Sugárminőség, mm · mrad
CO ₂	Axiális áramlású	20	10...16	6...15
	Slab	8	10...16	3...5
Szilárdtest	Villanólámpás gerj. rúd	4	2...3	20...30
	Félvezető (dióda) gerj. rúd	6	12...25	10...15
	Félvezető (dióda) gerj. korong	6	20...25	8...10
	Multimódusú szál	20	25...30	2...12
	Monomódusú szál	1,5	25...30	0,4

A lézersugár energiája, energiaeloszlás a nyalábon belül

Amikor valamely lézersugaras anyagmegmunkáláshoz szükséges lézersugár teljesítményét megadják, akkor a rezonátorból kilépő sugárzás teljesítményéről van szó, nem a hálózati energiaforrásból felvettről és nem az anyagmegmunkáláshoz közvetlenül szükséges teljesítményről. Ezek kö-



■ 4. ábra. CO₂ lézer sugárforrás egy lehetséges teljesítményszabályozási körének elvi vázlata



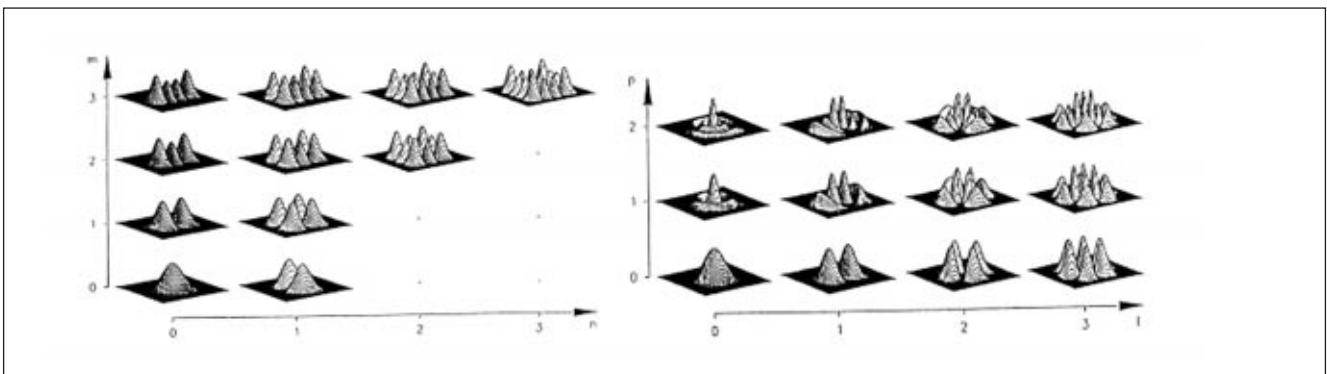
■ 5. ábra. A szilárdtest (pl.: YAG) lézer sugárforrás teljesítményszabályozási körének egy jellemző elvi vázlata

zött jelentős, akár több nagyságrendi különbség is lehet. A különbségek okának felderítése érdekében a rezonátortól a munkadarabig nyomon kell követni a lézersugár útját.

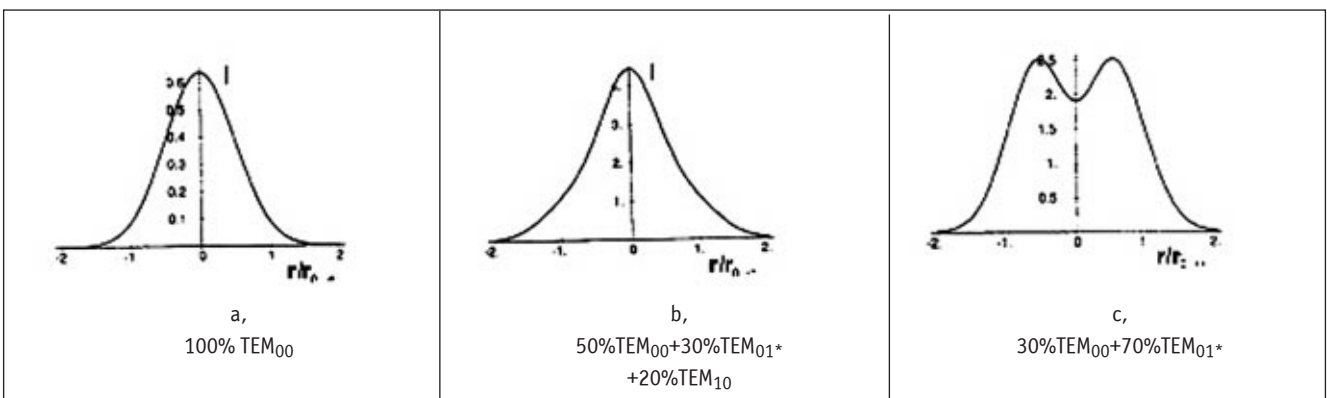
A rezonátorban, az anyagmegmunkálásra szánt primer lézernyaláb haladása útjában az utolsó optikai elem a nyitótükör. Kiinduló adatként a nyitótükörön átlépett nyalábnak kell ismernünk a teljesítményét. Közbeszédben ezt tekintjük a megmunkáló lézersugár teljesítményének. Egy-egy technológia, vagy kísérlet leírásakor, szakmai cikkekben ezt a teljesítményt szokás megadni.

A lézersugár teljesítményét indirekt módon, a szigorúan vett rezonátortéren kívül: vagy a záró-, vagy a nyitótükör mögött mérik.

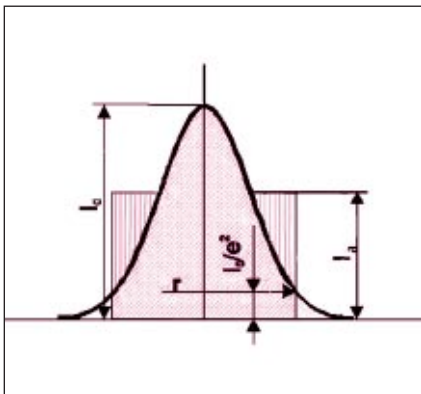
A hagyományos építésű, axiális áramlású CO₂ sugárforrások esetén többnyire a zárótükör kb. 0,1%-os, de pontosan ismert átbocsátóképessége teszi lehetővé a primer lézersugár teljesítményének mérését (4. ábra). Nagyon fontos látnunk, hogy a nyitótükör átbocsátóképességét is pontosan kell ismerni, hiszen a detektor, a rezonátoron belül lévő lézersugár teljesítményének ($P_{\text{rezonátor}}$) egy jól ismert



■ 6. ábra. Vázlat a TEM (Transversal Elektromagnetic Mode) indexek értelmezéséhez



■ 7. ábra. Különböző intenzitáseloszlású lézernyalábok és azokat leíró TEM módusok



■ 8. ábra. Vázlat a lézersugár rádiusz értelmezéséhez

$x_{m\acute{e}r\acute{o}}$ hányadát méri, ahogyan azt a 4. ábrán látható vázlat mutatja. A mért teljesítmény tehát $P_{m\acute{e}rt} = x_{m\acute{e}r\acute{o}} \cdot P_{rezon\acute{a}tor}$. A rezonátorból kilépő primer lézernyaláb teljesítménye (P_{primer}) a rezonátoron belül lévő lézersugár teljesítményének egy jól ismert hányada $P_{primer} = x_{nyit\acute{o}} \cdot P_{rezon\acute{a}tor}$, ami a nyitótükör átbocsátóképességétől $x_{nyit\acute{o}}$ függ.

A szilárdtest lézerek teljesítményszabályozása általában ettől eltérő. A kilépő primer nyaláb útjába helyezett, többnyire kvarc optikai elemmel (pl.: az elemre gözölt vékony réteggel) kicsatolják a nyaláb teljesítmények pontosan ismert hányadát

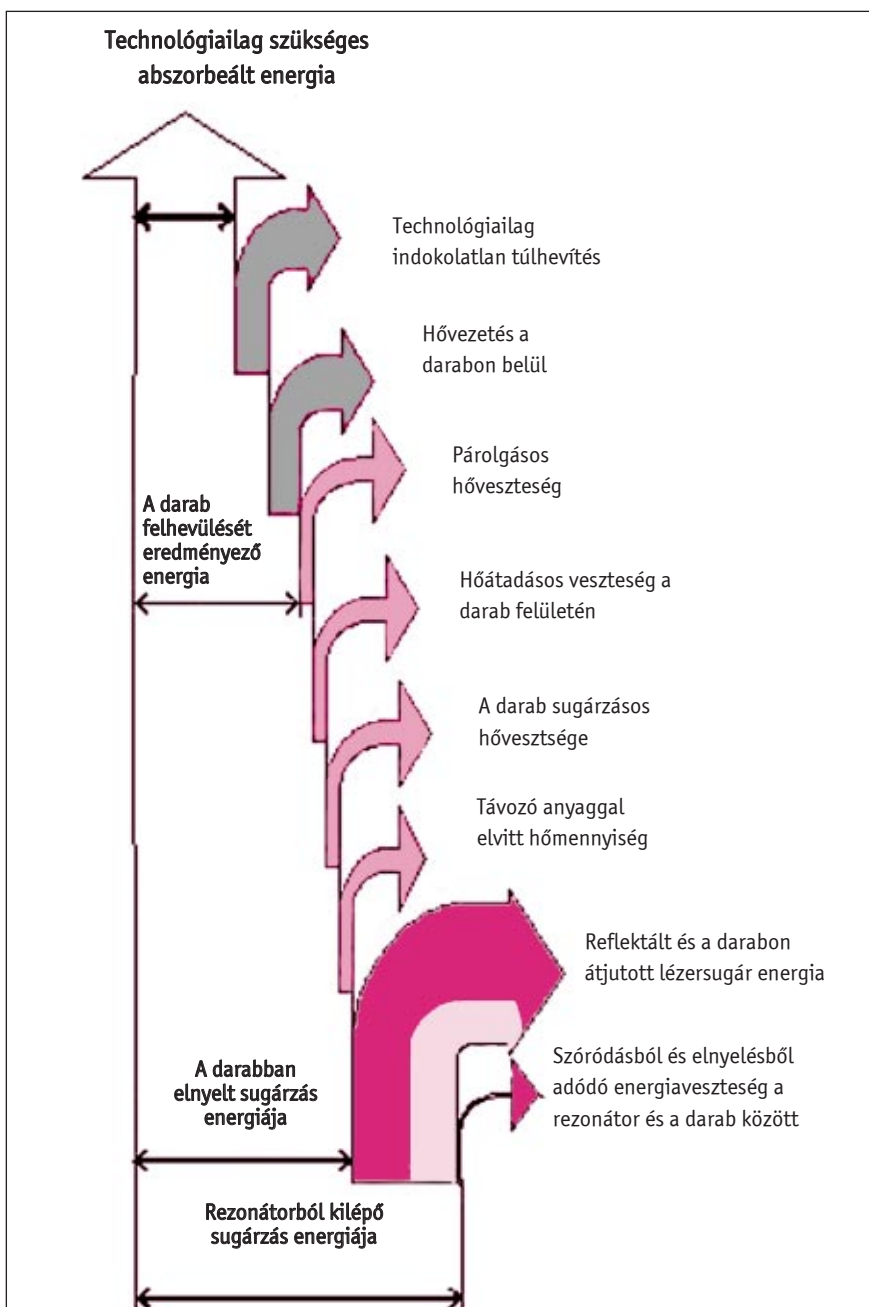
(5. ábra). Ebben az esetben tehát már a rezonátorból kilépő sugár teljesítményének egy jól ismert hányadát mérjük meg, vagyis a $P_{m\acute{e}rt} = x_{nyit\acute{o}} \cdot x_{m\acute{e}r\acute{o}} \cdot P_{rezon\acute{a}tor}$ részét. A primer lézernyaláb teljesítménye a rezonátoron belülihez képest a $P_{primer} = x_{nyit\acute{o}} \cdot (1 - x_{m\acute{e}r\acute{o}}) \cdot P_{rezon\acute{a}tor}$ szerint adódik.

Meg kell jegyezni, hogy egyes lézerberendezések esetén, a gyakorlatban, a vezérlőprogramban megadott lézersugár teljesítmény legfeljebb az előírt értéknek felel meg, ami nem feltétlenül azonos a primer lézersugár valós teljesítményével (a gerjesztés intenzitása technikai okokból korlátos és nem biztos, hogy kellően nagy, a kívánt lézersugár-teljesítmény eléréséhez). A valós értékről érdemes egy arra alkalmas módszerrel, eszköz segítségével meggyőződni. Különösen javasolt ez, ha a sugárforrás folyamatos (cw = continual wave) és impulzus üzemmódban egyaránt üzemeltethető.

A lézersugár előzőekben tárgyalt teljesítménye egy átlagérték, ami a sugárnyaláb teljes keresztmetszetére érvényes. A valóságban a sugár haladási irányára merőleges síkban, még a fókuszban is, pontról pontra változik a lézersugár teljesítménye. Ez a teljesítményeloszlás alapvetően a rezonátor optikai rendszerének felépítésétől függ, amiben nagy a sokféleség. A teljesítményeloszlás egyezményes jelölésére az ún. TEM (Transversal Elektromagnetic Mode) értéket alkalmazzák. A TEM_{nm} és a TEM_{lp} jelzés a vizsgálódás koordináta-rendszerére utal, ami lehet derékszögű (nm) és polár (lp), illeszkedve a rezonátorok optikai rendszeréhez, geometriai felépítéséhez, ill. gerjesztési módjához (6. ábra). Az indexben szereplő számok minden esetben a tengelyek mentén, az origótól távolodva fellelhető lokális intenzitás-minimumok számát jelentik, a végtelenben lévő 0 értéket nem számítva. A TEM_{00} mind a két koordináta rendszerben az ideális Gauss-eloszlást jelenti.

Meg kell jegyezni, hogy a gyakorlatban sem az ideális, sem a 6. ábrán bemutatott „tisztá” TEM módusok nem fordulnak elő. Az ún. kevert-módusokat azonban többnyire elfogadható pontossággal az alpmódusok addíciójaként lehet leleírni (7. ábra).

A 7. ábrán bemutatott intenzitáseloszlás görbék érdekessége, hogy a lézersugár minőségének jelzésére szolgáló egyik érték, az M^2 , a b és a c esetben azonos: 1,7 (az elméleti TEM_{00} esetén $M^2 = 1$).



■ 9. ábra. Lézersugaras anyagmunkálás energetikai viszonyai

A lézersugár minőségének jellemzésére két számot használnak:

$$1. M = \theta_0 \cdot r_0 \cdot \pi / \lambda \quad M^2 > 1$$

Ahol:

θ_0 a sugárnyaláb divergenciája (félkúpszög);

r_0 a fókuszálatlan nyaláb legkisebb átmérőjű részének (sugárderék) sugara;

λ a lézersugár hullámhossza.

(Az M^2 érték reciprokát is használják, jele: K, aminek értéke értelemszerűen <1)

Mértékegység nélküli szám

2. Sugárparaméter-szorzat:

$$\theta_0 \cdot r_0 = M^2 \cdot \lambda / \pi$$

Újabbban egyre elterjedtebben alkalmazott jele: BPP (Beam Parameter Product)
Mértékegysége: mm.mrad

Minél kisebb a sugárparaméter-szorzat, ill. minél közelebb van az M^2 és a K értéke az 1-hez, annál jobb minőségű a lézersugár, annál koncentráltabb energia-bevitelt tesz lehetővé, ami a lézersugaras megmunkálások egyik legfontosabb, de nem egyetlen előnye.

Az előzőekből, különösen a 7. ábrán bemutatott intenzitáseloszlás görbéik alakjából következik, hogy a lézernyalábnak nincs olyan szignifikáns helye, ahol meg lehetne mérni, vagy határozni az átmérőjét. A sugárnyaláb méretének megadására egy megállapodás szerinti értéket használnak. A nyaláb sugara definíció szerint az az optikai tengelytől mért távolság, ahol az intenzitásmaximum az $1/e^2$ értékre csökken (8. ábra). TEM_{00} , vagyis Gauss-eloszlás esetén az így kijelölt területen belül van a nyaláb teljesítményének 86,4%-a.

A fentiek ismerete azért fontos, mert a lézersugáron belüli intenzitás, ill. teljesítménysűrűség-eloszlás erősen befolyásolja a sugárnyaláb, vagyis a rezonátor kedvező alkalmazási területeit. Ahogyan az a 8.

ábrán látható, az I_a átlag intenzitás, ami a lézersugár teljesítményének és a sugárrádiusz alapján számolt foltátmérőnek a hányadosa, kisebb érték, mint a nyaláb középvonalában lévő, I_0 alapján számolt. Lézersugaras vágás, feliratozás, mélyvarratos hegesztés, fúrás stb. esetén az a kedvező, ha az I_a érték távol esik az I_0 -tól, mert ekkor a fókusz méretnél kisebb helyre koncentrálódik a nyaláb teljesítményének jelentős része, ahol nagy a teljesítménysűrűség. Lézersugaras felületedzés, átolvasztás, ötvözés, hővezetési hegesztés stb. esetében az ellenkező tulajdonságú lézersugár alkalmazása kedvezőbb, pl.: egy TEM_{01*} módusú. (A TEM_{01*} módusú nyaláb annyiban különbözik a TEM_{01} módusútól, hogy az optikai tengelyben nincs helyi intenzitásmaximum, ahogyan az a 6. ábra megfelelő részén látható.) A TEM_{01} alapmódusú nyaláb általános, sokoldalú alkalmazást tesz lehetővé. Az általános, sokoldalú alkalmazás természetesen kompromisszumokkal jár, vagyis nem lehet minden esetben maradéktalanul kihasználni a lézersugár valamennyi előnyét.

A lézersugár veszteségei

Tételezzük fel, hogy pontosan ismerjük azt a lézersugár-teljesítményt, ami a rezonátorból kilép. Elvileg az anyagmegmunkáláshoz ez a teljesítmény áll rendelkezésünkre. A kérdés az, hogy valóban a technológiai célunk megvalósítására fordítódik-e ez az energia? Jó ha tudjuk, hogy nem. A kettő között nagyságrendi különbség is lehet.

A technológiailag szükséges, vagyis hasznosult energia és a rezonátorból kilépő energia közötti különbséget csaknem minden esetben veszteségnek tekintjük. A veszteségnek több oka van, amit többfé-

leképpen csoportosíthatunk. Egy lehetséges csoportosítást szemléltet a 9. ábra:

- szóródásból és elnyelésből adódó energiavesztés a rezonátor és a darab között;
- a darabról reflektált és a darabon átjutott lézersugár energia;
- távozó anyaggal elvitt energia;
- a darab sugárzásos hővesztése;
- hőátadásos veszteség a darab felületén;
- párolgásos hővesztés;
- hővezetés a darabon belül;
- technológiailag indokolatlan túlhevítés.

Ezek a veszteségek számos körülménytől függenek, mértékük egymáshoz képest nagyságrendileg is különbözhet. A különbözőség oka lehet a sugárforrás típusából, a lézersugaras megmunkáló berendezés felépítéséből, vagy a lézersugaras megmunkálás céljából, a megmunkálandó anyag minőségéből, geometriájából, egyéb jellemzőiből eredő. Ezért ezeket célszerű egyenként megvizsgálni, hogy ismerhessük az egyes veszteség csoportok okait és mértékét. Ennek részletezésére a közlemény folytatásában kerül sor.

Irodalom

- [1] Bonati, G.: Integration von Diodenlasern in modulare Hochleistungs-Nd:YAG-Laser; doktori értekezés; RWTH Aachen, 2001.
- [2] Vollersten, F. – Seefeld, T.: Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven beim Laserstrahlfügen, 5. Laser-Anwenderforum, Bremen, 2006. szept. 13-14.
- [3] Kálazi, Z. – Sebestyén T.: „Lézersugár diagnosztika a BAYATI-ban” 2. Ipari Lézer Alkalmazási Szeminárium, Balatonfüred, 2000. ISBN 963421554-8

Szegeden épül az uniós szuperlézer

A mintegy 100 milliárd forintos beruházás eredményeként létrejövő lézeres központban a jelenleg Franciaországban, illetve az USA-ban épülő rendszereknél mintegy ezerszer nagyobb teljesítménysűrűség lesz elérhető.

Szabó Gábor akadémikus, a Szegedi Tudományegyetem Optikai és Kvantum-elektronikai Tanszékének professzora, a projekt tudományos vezetője hangsúlyozta, a cseh-magyar pályázat sikere az uniós történetében is mérföldkő lenne. Ekkora

tudományos beruházás még nem került újonnan csatlakozott tagországba. A tudósok által szuperlézernek is hívott berendezéssel olyan nagyon rövid időtartamú fényimpulzusokat lehetne előállítani, amelyekkel megfigyelhetők lennének a molekulákon belül zajló elemi folyamatok. Vizsgálhatók lennének a szilárd testek felületén vagy a biológiai molekulákon belül zajló elemi események. Bizonyos „egzotikus fizikai kísérlet” elvégzésére is mód nyílik majd: például olyan

módszer kidolgozására, amellyel a hosszú felezési idejű radioaktív izotópok átalakíthatók rövidebb felezési idejű, így ártalmatlanabb részecskékké. A berendezéseket lézeres részecskegyorsításra is lehetne használni, így a mainál lényegesen hatékonyabb sugárterápiás módszerek kidolgozására is lehetőség nyílna. A központban folyó kutatások az orvostudomány diagnosztikai területén is áttörést hozhatnak.

<http://www.fn.hu>

Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 2. rész

A határfelületi összehúzó erő

A cikksorozat 2. részében Szerző levezeti a határfelületi összehúzó erő általános képletét, és bemutatja annak szerepét néhány konkrét technológiai szituációban. A határfelületi összehúzó erő segítségével lehet definiálni például a peremszöget, vagy a folyadékokba fújt gázbuborékok kritikus leszakadó térfogatát a folyadék tulajdonságai, a fúvóka mérete, a gáz térfogatárama és a rotor fordulatszáma függvényében. Ugyancsak ez az erő határozza meg a folyadékokban emelkedő buborékok maximális stabil méretét, ami felett azok hidrodinamikai okokból kettészakadnak.

1. Bevezetés

A cikksorozat első részében [1] megadtuk a határfelületi erők fogalmát és összesen nyolc határfelületi erő típust definiáltunk, amelyek mind a természetben, mind a kohászatban (azaz a fémesanyaggyártó technológiákban) fellépnek. A cikksorozat második részében a határfelületi összehúzó erőről lesz szó. Azért ezzel kezdjük, mert ez a legalapvetőbb és elvileg leginkább ismert határfelületi erő típus. Valójában ez az erő annyira alapvető, hogy nem is szokás definiálni. Néha azonban váratlanul mégis felbukkan, mint például a peremszög Young-féle levezetésében [2]. Más tudományágakban is előfordul, hogy a legnagyobb problémát éppen a legalapvetőbb elvek értelmezése okozza.

Esetünkben ennek történelmi okai vannak. Gibbs (1839-1903) ugyanis (az általa alkotott a kémiai termodinamikával egyetemben) Young (1773-1829) halála után 10 évvel született. Ezért Young számára a 18-19. század fordulóján vezérelv-ként „csak” az erőközpontú newtoni mechanika létezett [3]. Ezért van az, hogy Young-nál az általunk határfelületi összehúzó erőnek nevezett mennyiség nem külön jelenik meg, hanem mint a felületi feszültség definíciója [2]. Ez utóbbinak éppen emiatt annak idején N/m volt a mértékegysége (legalábbis a ma használt SI rendszerben), így nyilvánvaló volt, hogy a felületi feszültség valójában egységnyi felülethosszon támadó erő. Az is nyilvánvaló volt, hogy ez az erő a felület mentén

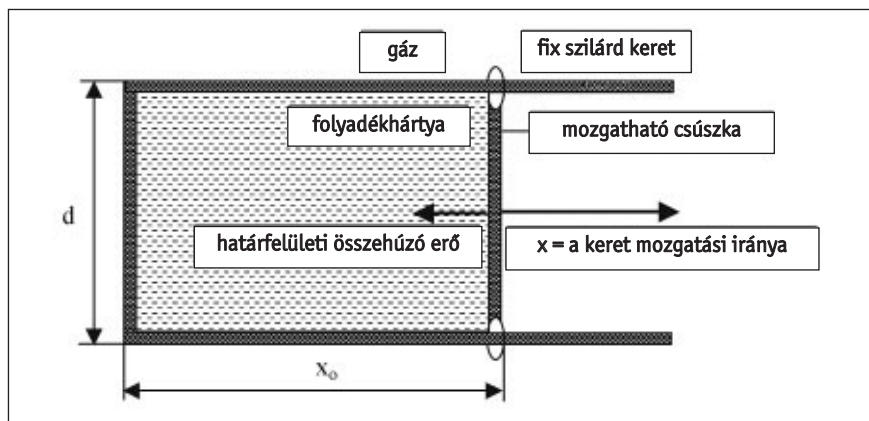
hat. Az azonban már csak Young számára volt nyilvánvaló, hogy a felületet érintő síkban az érintési ponton át elvileg tet-szőleges irányú, végtelen számú vektor közül pontosan melyik vektor mentén hat ez az erő.

Gibbs újradefiniálta a felületi feszültséget, mint egységnyi felülethez tartozó többlet energiát [4]. Ehhez az új definícióhoz a Young-tól származó N/m mértékegységet meg kell szorozni m/m-rel ahhoz, hogy az általunk is használt J/m² mértékegységhez jussunk. A mai irodalomban az egymással formailag ekvivalens N/m és J/m² mértékegységeket véletlenszerűen (értsd: össze-vissza) használják. Ebben a cikksorozatban következetesen a J/m² mértékegységet és a Gibbs-féle definíciót használjuk (lásd [1], (4) egyenlet). Azért tesszük ezt, mert így módon a Young által megadott eredeti felületi feszültség definíció hasznosabb dolgok-

ra szabadul fel. Nevezetesen arra, hogy segítségével definiáljuk a határfelületi összehúzó erőt és levezessük annak általános képletét. Ezen levezetés során egyértelművé fog válni az erő iránya, azt ezért egyértelműen használhatjuk komplex jelenségek analizéséhez.

2. A határfelületi összehúzó erő általános egyenletének levezetése

A határfelületi összehúzó erőt cikksorozatunk első részében a következőképpen definiáltuk. Képzeljünk el egy sík, szilárd keretet, amelynek négy oldala közül az egyik egy csúszka segítségével mozgatható (1. ábra) [5]. A keret jellemző mérete a milliméteres skálán van. A keretre csepentsünk kevés folyadékot olyan anyagból, ami tökéletesen nedvesíti a keret anyagát, ezért a folyadék a kerethez tapad, és a gravitáció ellenére sem cseppen le róla. Ekkor a kereten belül egy vékony folyadékfilmet kapunk, hasonlóan ahhoz, amiből a gyerekek szappanbuborékokat fújnak. A csúszka mozgatásához, azaz a folyadékfilm széthúzásához valamennyi külső erőre van szükség. Ha a sűrűláadási erőt elhanyagoljuk, és végtelenül lassan húzzuk szét a folyadékfilmet, ez a külső erő a „határfelületi összehúzó erő” legyőzéséhez szükséges. Ezért az 1. ábra a



1. ábra. A határfelületi összehúzó erő definíciójához

határfelületi összehúzó erő definíció-jaként is értelmezhető. A határfelületi összehúzó erő mindig a folyadék/gáz határfelülettel párhuzamosan, érintőle-gesen, és mindig a határfelületet növelő külső erő ellenében hat. Erre utal az angol elnevezésben az „anti-stretching” = „anti-széthúzó” kifejezés, ami azonban magya-rul nem túl tetszetős, így lett az erő neve „összehúzó”.

A határfelületi összehúzó erő képleté-nek levezetéséhez használjuk a határ-felületi erők általános egyenletét (lásd [1]-ben a (3) egyenlet és [6-7]):

$$F_{\alpha,x} = -\sum_{ij} A_{ij}(x) \cdot \frac{d\sigma_{ij}(x)}{dx} - \sum_{ij} \sigma_{ij}(x) \cdot \frac{dA_{ij}(x)}{dx}, \quad (1)$$

ahol $F_{\alpha,x}$ az α fázisra x irányban ható határfelületi erő (N), $A_{ij}(x)$ az ij határ-felület x -függő alapterülete (m^2), $\sigma_{ij}(x)$ pedig ugyanezen határfelület x -függő határfelületi energiája (J/m^2). A mi esetünkben mindössze két fázis van, a folyadékfilm és az azt körülvevő gőz/gáz. Az 1. ábrán ezen túl persze ott van a fix keret és a csúszka is. Azonban esetünkben feltételezzük, hogy a keret és a csúszka olyan vékony huzalból készül, hogy felületük elhanyagolható a folyadékfilm felületéhez képest. Ezért az (1) egyenlet-ben lévő szummázás oka fogottá válik, hiszen a két fázis ($i = \text{folyadék} = f$ és $j = \text{gőz} = g$) között csak egy határfelület van ($ij = fg$). Ezen túl tételezzük fel, hogy a folyadék-hártya felületi feszültsége nem változik ($\sigma_{fg} = \text{konst.}$), miközben a folya-dék-hártyát lassan széthúzzuk a csúszka segítségével. Ezért az (1) egyenlet első tagja kiesik, mivel $d\sigma_{fg}/dx=0$. Követke-zésképpen esetünkre az (1) egyenlet a következő alakra egyszerűsödik:

$$F_{fg,x}^{\text{össz}} = -\sigma_{fg} \cdot \frac{dA_{fg}(x)}{dx} \quad (2)$$

A (2) egyenletben az $F_{fg,x}^{\text{össz}}$ jelben a felső index az „összehúzó” jelzőre utal, míg az alsó index arra, hogy az erő a folyadék/gőz határfelület mentén hat, x irányba (lásd 1. ábra). Jelöljük K -val a folyadék/gőz határfelület x irányra merőleges kerületét. Az 1. ábráról nyilvánvaló, hogy esetünkben $K \cong 2 \cdot d$, ahol d a fix keret szélessége (a 2-es szorzó azért kell, mert a folyadék-hártya szemközti és hátsó oldalát is figyelembe vesszük). Ebben az esetben a hártya vastagságát (ami a lap síkjára merőleges az 1. ábrán)

elhanyagoltuk annak szélességéhez képest. Ekkor a folyadék/gőz határfelület nagyságát a következő képlettel számíthatjuk:

$$A_{fg}(x) = K \cdot (x_0 + x), \quad (3)$$

ahol x_0 a hártya eredeti hossza (lásd 1. ábra). Most helyettesítsük be a (3) egyenletet a (2) egyenletbe és végezzük el a deriválást. Ezzel megkapjuk a határ-felületi összehúzó erő lehető legál-talánosabb egyenletét [7]:

$$F_{fg,x}^{\text{össz}} = -K \cdot \sigma_{fg} \quad (4)$$

A (4) egyenlet szerint a határ-felületi összehúzó erő:

- arányos a széthúzás alatt álló felület határfelületi energiájával;
- arányos a határfelület kerületével a széthúzási irány vektorára merőleges irányban mérve;
- ellentétes előjelű (a mínusz előjel miatt) a széthúzási irány vektorával, emi-att nevezzük „összehúzó” erőnek.

A (4) egyenletből természetesen kife-jezhető a határfelületi energia is:

$$\sigma_{fg} = \frac{|F_{fg,x}^{\text{össz}}|}{K} \quad (5)$$

Az (5) képletben azért használtuk az erő abszolút értékét, mert modern fogalmaink szerint a határfelületi energia skaláris mennyiség, mely csak a pozitív számok tartományában van definiálva. Az (5) egyenlet a felületi feszültség Young-féle definícióját adja meg. Valóban, ha $K = 1$ m, akkor a felületi feszültség számszerű-leg megegyezik a határfelületi összehúzó erővel. Sőt, az (5) egyenletből a N/m mértékegység is evidens. Ami viszont eltér a megszokott definíciótól, hogy a felületi feszültség a fentiek alapján nem olyan erő, ami egységnyi hosszú vonal mentén hat, hanem olyan, ami egységnyi hosszú vonalra merőlegesen hat. No de hagyjuk a Young-féle definíciót, hiszen mint a Bevezetőben rögzítettük, ebben a cikksorozatban a felületi feszültséget Gibbs után termodinamikai alapokon definiáljuk, és ezért az (5) egyenlet okafo-gyottá vált. Talán azért volt érdemes mégis bemutatni, hogy az (5) egyenlet levezethető az (1) egyenletből, mert in-nen azt látjuk, hogy az (5) Young-egyen-let az általános (1) egyenlet egyik része-se (és nem fordítva). Emlékeztetjük az Olvasót, hogy az (1) egyenlet a newtoni

mechanika [3] és a gibbsi termodinamika [4] összekapcsolásából született [1, 6-7]. Az, hogy Young (Gibbs születése előtt) átlátta az (5) egyenlet lényegét, Young zsenialitását bizonyítja.

Most használjuk néhány konkrét eset analízisére a (4) egyenletet.

3. A folyadékcsepp egyensúlyi alakja

3.1. Különálló folyadékcsepp egyensúlyi alakja

Képzünk el egy különálló folyadékcsep-pet, melynek közelében nincs másik kon-denzált fázis (gőz/gáz fázis természetesen óhatatlanul körülveszi a folyadékcseppet). Az egyszerűség kedvéért képzeljük el, hogy a csepp mikrogravitációs körülmé-nyek között nyugalomban van (a gőz fázis-hoz képest). Minden Olvasó számára nyilvánvaló, hogy ezen körülmények között a folyadékcsepp egyensúlyi alakja gömb.

Termodinamikai szempontból (ener-giaszemlélettel) ezt abból az alapelvekből magyarázhatjuk meg, miszerint a ter-mészet energiaminimumra törekszik. Adott térfogatú és térfogati Gibbs-ener-giájú csepp akkor éri el az energiaminimu-mát, ha adott térfogatához minimális fe-lület tartozik. Hiszen a felületi feszültség (J/m^2) pozitív mennyiség, ezért minél na-gyobb a felület (m^2), annál nagyobb ener-giaértékkel ($J/m^2 \cdot m^2 = J$) nő a csepp ösz-szes energiája. Tehát az optimális alak az, amihez három dimenzióban a legkisebb fajlagos felület tartozik. Ez pedig a gömb.

A (4) egyenlettel ugyanerre a követke-zetésre úgy jutunk, ha emlékezünk arra, hogy egy csepp akkor kerül egyensúlyi helyzetbe, ha felülete minden pontján azonos erők hatnak. Márpedig a (4) egyen-let szerint a határfelületi összehúzó erő nagysága egy adott pontban és irányban arányos az erő irányára merőlegesen, az erő támadási pontján keresztül húzott cseppkerülettel. Tehát az egyensúlyhoz az kell, hogy a csepp felületének minden pont-ján tetszőleges irányban elindított vonal menti kerület azonos legyen. Ez kizárólag a gömbre igaz. Tehát a (4) egyenletből is az következik, hogy a nyugalomban lévő, különálló csepp egyensúlyi alakja mikro-gravitációs körülmények között gömb.

Tehát az energiakoncepció és az erőkonceptió használatával azonos ered-ményre jutunk. Ez a kapcsolat az (1) egyenletből következik. Eszerint a határ-felületi energia és a határfelületi erő

ugyanannak a természeti jelenségnek két megjelenési formája. Az olyan komplex jelenségeket, amelyekben a határfelületi erőn kívül egyéb erők is hatnak a fázisokra, egyszerűbb az erőkoncepciót keresztül tárgyalni, a newtoni mechanika kereteibe helyezve a határfelületi erőket. A fenti konkrét esetben azonban a határfelületi erőn kívül nem vettünk figyelembe más erőket, ezért itt az erőkoncepció előnye az energiakoncepcióval szemben még nem látszott.

Most vizsgáljunk meg egy gravitációs mezőbe és normál nyomású gázba helyezett cseppet. Ha a csepp (pl. a gravitáció hatására) a gázhoz képest mozog (esik), akkor kialakul a közsímszerű esőcsepp alak. Ez az alak a gravitációs erő, a határfelületi összehúzó erő és a súrlódási erő együttes hatásának felel meg.

3.2. A folyadékcsepp egyensúlyi alakja sík, szilárd felületen

Vizsgáljunk egy háromfázisú rendszert, melyben gőz/gáz (esetleg nem elegyedő folyékony) fázisban egy folyadékcsepp kontaktusban van egy sík, szilárd felülettel, első közelítésben mikrogravitációs körülmények között. Ez utóbbival ekvivalens az a feltétel, hogy a csepp mérete nagyon kicsi, vagy a három fázis sűrűsége hasonló. Ebben az esetben a különálló csepp gömb alakja gömbsüveggé fog torzulni (lásd 2. ábra). A három fázis egy körvonal mentén találkozik, melynek hosszát jelöljük K -val (lásd 2.b ábra). E körvonalra merőlegesen fog ébredni háromfajta határfelületi összehúzó erő a három határfelület mentén. Írjuk fel a cseppre ható háromfajta határfelületi összehúzó erő egyensúlyának feltételét vízszintes irányban:

$$F_{sg}^{össz} = F_{sf}^{össz} + F_{fg}^{össz} \cdot \cos\Theta, \quad (6)$$

ahol $F_{fg}^{össz}$, $F_{sg}^{össz}$ és $F_{sf}^{össz}$ az fg (folyadék/gőz), sg (szilárd/gőz) és sf (szilárd/folyadék) határfelületekkel párhuzamosan ható határfelületi összehúzó erőket jelenti, míg Θ a peremszög¹. Mindhárom mennyiségre igaz a (4) egyenlet. Behelyettesítve a (4) egyenletet (háromszor, különböző indexekkel) a (6) egyenletbe, majd egyszerűsítve $-K$ -val, végeredményben a Young-

egyenletet [2] kapjuk:

$$\sigma_{sg} = \sigma_{sf} + \sigma_{fg} \cdot \cos\Theta, \quad (7)$$

ahol σ_{sg} a szilárd felületi energia, σ_{sf} a szilárd/folyadék határfelületi energia, míg σ_{fg} a folyadék felületi feszültsége.

A Young-egyenletet két okból szokás kritizálni [8-10]. Egyrészt a benne szereplő négy fizikai mennyiség közül csak kettő mérhető egyértelműen (a felületi feszültség σ_{fg} és a peremszög Θ), ezért a Young-egyenlet kísérleti bizonyítása nehézségekbe ütközik, illetve a szilárd felületi energia σ_{sg} és a szilárd/folyadék határfelületi energia σ_{sf} különbsége nem választható ketté még akkor sem, ha hiszünk a Young-egyenlet érvényességében. Másrészt a folyadék/gőz határfelületi összehúzó erő függőleges irányú összetevőjét ($F_{fg,x}^{össz} \cdot \sin\Theta$) semmi nem kompenzálja, és ezért úgy tűnik, mintha ezen erőkomponens miatt a csepp függőlegesen elszállna. A csepp a valóságban nem száll el, de a 2. ábrán látható alak emiatt valóban nem tekinthető valós egyensúlyi alaknak.

Amennyiben a cseppet egy olyan szilárd felületre helyezük, amely részben oldódik a folyadékban, az oldódás során kialakulhat egy egyensúlyi alak, melynek keresztmetszetét a 3. ábrán mutatjuk be. Ebben az esetben a háromfázisú vonal mentén már mind vízszintes, mind függőleges irányban elérhető az egyensúly. A (6-7) egyenletek analógiájára a következő két egyenlet írható fel a vízszintes és függőleges egyensúlyokra:

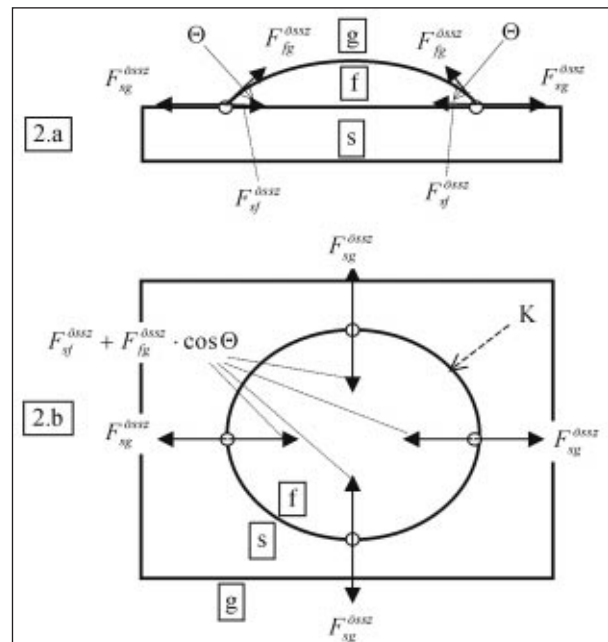
$$\sigma_{sg} = \sigma_{sf} \cdot \cos\Theta_2 + \sigma_{fg} \cdot \cos\Theta_1 \quad (8)$$

$$\sigma_{sf} \cdot \sin\Theta_2 = \sigma_{fg} \cdot \sin\Theta_1 \quad (9)$$

Ha a csepp σ_{fg} felületi feszültségét (ami most az oldódás miatt a két-

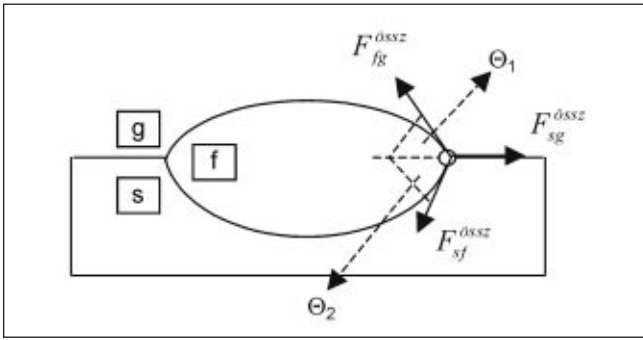
komponensű folyadékra vonatkozik) és a 3. ábrán bemutatott Θ_1 és Θ_2 peremszöget lemérjük, a (8-9) egyenletekből elvileg egymástól függetlenül meghatározható a σ_{sg} szilárd felületi energia és a σ_{sf} szilárd/folyadék határfelületi energia értéke, és a kettő különbségéből a nem reaktív rendszerben (lásd 2. ábra) a (7) Young-egyenlet is ellenőrizhetővé válik. Ez a lehetőség a közelmúltban került újra a figyelem középpontjába [11-12]. Természetesen a 3. ábrán bemutatott egyensúlyi alakot egyszerűbb lerajzolni, mint kísérletileg megvalósítani, de ez a kijelentés valószínűleg minden típusú kísérletre igaz.

Ha a folyadék/szilárd rendszer egymással egyensúlyban van, azaz a 3. ábra szerinti oldódási kráter nem alakul ki, akkor a háromfázisú vonal környékén (lásd 2.b ábra) nano-mikro szinten olyan atomi átrendeződések indulnak be, melyek olyan lokális háromdimenziós alakot hoznak létre, ami biztosítja a határfelületi összetartó erők függőleges összetevőinek egyensúlyát [8-9]. Ennek a folyamatnak a sebessége azonban szilárdfázisú diffúzióval limitált, azaz normál körülmények közötti lejátszódásához nagyon hosszú időre van szükség.

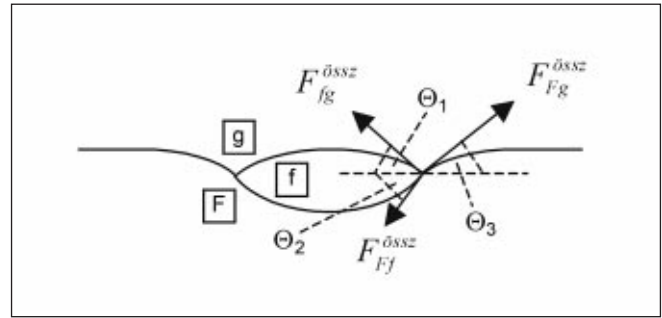


■ 2. ábra. A csepp oldal- (2.a) és felülnézete (2.b) sík, szilárd felületen, gőzfázisban

¹ Megállapodás szerint, ha $\Theta > 90^\circ$: a „folyadék nem nedvesíti a szilárd felületet”, ha $0^\circ < \Theta < 90^\circ$: a „folyadék nedvesíti a szilárd felületet”, míg ha $\Theta = 0^\circ$: a „folyadék tökéletesen nedvesíti a szilárd felületet”



■ 3. ábra. Folyadékcsapp egyensúlyban részben oldódó szilárd felületen



■ 4. ábra. Folyadékcsapp (f) egyensúlyban nem elegyedő folyadék (F) felületén

3.3. A folyadékcsapp egyensúlyi alakja nem elegyedő másik folyadék felszínén

Ha egy f folyadékcsappet helyezünk egy nagyobb térfogatú, vele nem elegyedő F folyadék felszínére, általában a 4. ábrán látható lencsealakot kapjuk. Ebben az esetben is felírható a három határfelületi összetartó erő vízszintes és függőleges összetevőinek egyensúlyát leíró két egyenlet. A (8-9) egyenletek analógiájára [8-9]:

$$\sigma_{Fg} \cdot \cos\Theta_3 = \sigma_{Ff} \cdot \cos\Theta_2 + \sigma_{fg} \cdot \cos\Theta_1 \quad (10)$$

és

$$\sigma_{Ff} \cdot \sin\Theta_2 = \sigma_{fg} \cdot \sin\Theta_1 + \sigma_{Fg} \cdot \sin\Theta_3, \quad (11)$$

ahol σ_{Fg} és σ_{fg} az F és f folyadékok felületi feszültsége, míg σ_{Ff} a két folyadék közötti határfelületi energia. A (10-11) egyenletek azért különlegesek, mert a bennük szereplő mindhárom szög és mindhárom határfelületi energia mérhető mennyiség, ezért ezen egyenletek érvényessége kísérletileg ellenőrizhető. Ha kohászati rendszerekben nem is, de víz/olaj rendszerekben a (10-11) egyenletek érvényességét kísérletileg bizonyították [5].

4. Fúvókáról leváló kritikus buborék mérete

Több olyan bányászati-kohászati technológia van, melyekben fúvókákon, lánzdán vagy porózus téglán keresztül, illetve egyéb berendezések segítségével gázbuborékokat fújnak folyadékokba. A flotálás során [13-15] különböző, folyadékban diszpergált szilárd szemcséket választanak el egymástól a folyadékba vitt buborékok segítségével. Az acéolvadékok argonos öblítése során a cél ehhez hasonló, bár nem szelektív [16-18]: az acéolvadékokban diszpergálódott összes szemcsé (jellemzően az Al_2O_3 zárványok) felusztatása az acéolvadékok feletti salakolvadé-

ba. Az alumíniumöntészetben a jellemző cél az alumíniumolvadékban oldott hidrogén eltávolítása [19-25], míg az alumínium elektrolízáló kádákban a cél az anód alatt keletkező buborékok hatékony eltávolítása [26]. Ezzel szemben a fémhagyártás során a buborékolatás célja a fémolvadék átalakítása fémhabbá [27-29]. Szinte minden esetben előnyös, ha a folyadékba minél kisebb buborékok jutnak. Ezzel ugyanis megnő a fajlagos felületük, és emiatt az egységnyi térfogatú gázból képződött buborékok:

- több szemcsét (zárványt) tudnak magukra gyűjteni;
- felületükön hatékonyabban játszódnak le a szükséges heterogén fizikai-kémiai folyamatok, mint pl. a hidrogénfelvétel;
- a fémhagyártás során a kisebb (és homogénebb) buborékokat tartalmazó fémhabbnak jobb a tulajdonságai, mint a nagyobb buborékokat tartalmazó társukénak.

A fentiek miatt a bányászati és kohászati gyakorlati jelentősége van annak, hogy kontrollálni tudjuk a folyadékokba fújt gázok leszakadó buborékméretét [13-36]. A buborékokat az esetek többségében az itt tárgyalt határfelületi összehúzó erő stabilizálja, és sok minden egyéb erő próbálja destabilizálni. Tekintsük át röviden, hogy a fent levezetett (4) egyenlet hogyan használható e probléma értelmezéséhez.

4.1. Egyedi buborékok egyensúlyi leválása fúvókákról

Először vizsgáljuk meg a lehető legegyszerűbb esetet, amikor a buborék leszakadásának hajtóereje mindössze a felhajtóerő. Ezért egyedi, lassan növekedő buborék leszakadását vizsgáljuk hengeres, felfelé irányított fúvókáról. Az 5. ábrán a fúvóka falát nedvesítő (5.a), ill. nem nedvesítő (5.b) folyadékba fújt buborékokat

mutatunk be. A különbség a két ábra között az, hogy a nedvesítő folyadék esetében a buborék aljának sugara a fúvóka belső sugarával (R_b), míg ellenkező esetben a fúvóka külső sugarával (R_k) lesz egyenlő. Fémolvadék/oxidfúvóka rendszerekre a nem nedvesítés (5.b ábra), míg a vizes oldat/üvegfúvóka rendszerekre a nedvesítés (5.a ábra) a jellemző.

Tételezzük fel, hogy az 5. ábrán bemutatott buborékok nyugalomban lévő folyadékba kerülnek, tehát rájuk kizárólag a gravitáció okozta felhajtóerő (F_g) és a határfelületi összetartó erő hat. A felhajtóerő képlete:

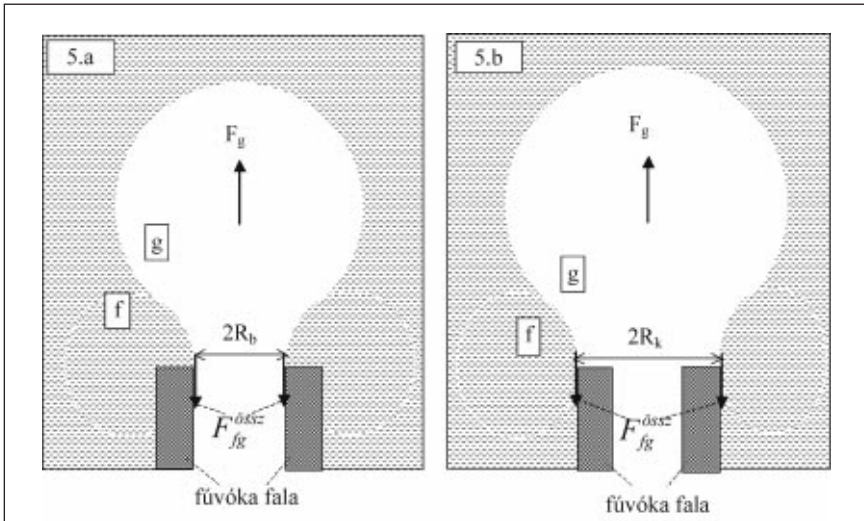
$$F_g = V_{bub} \cdot \Delta\rho \cdot g \quad (12)$$

ahol V_{bub} a buborék térfogata (m^3), $\Delta\rho \equiv \rho_f - \rho_g$ a folyadék és a gáz sűrűségeinek különbsége (kg/m^3), $g = 9,81 m/s^2$ a gravitációs gyorsulás értéke kohászati üzemeink többségében. A felhajtóerő felfelé nyújtja a buborék felszínét, aminek hatására a felszín mentén fellép a határfelületi összetartó erő, aminek képlete a (4) egyenletből:

$$F_{fg}^{össz} = -2 \cdot R_{fúv} \cdot \pi \cdot \sigma_{fg} \quad (13)$$

ahol $R_{fúv}$ a buborék vízszintes síkon mért sugara (később látni fogjuk, hogy ez egyenlő a fúvóka sugarával). A sugarat (kerületet) azért a vízszintes síkon mérjük, mert a határfelületi erő vektora függőleges irányú, és fent láttuk, hogy e két mennyiséget egymásra merőlegesen kell mérni. A (12-13) egyenletekkel számolt erők ellenkező előjelűek, ami azt jelenti, hogy a határfelületi összetartó erő próbálja megakadályozni azt, hogy a buborékot a felhajtóerő leszakítsa a fúvókáról.

Azt, hogy az adott méretű buborék stabil-e a fúvóka végén vagy onnan leszakad, a rá ható két erő összege határozza meg:



■ 5. ábra. Fúvókából nedvesítő (5.a) és nem nedvesítő (5.b) folyadékba fújót buborék

$F_{\Sigma} = F_g + F_{fg}^{\text{össz}}$. Ha $F_{\Sigma} < 0$, akkor a határfelületi összehúzó erő egyben tartja a buborékot és az a fúvókához tapad, míg ellenkező esetben a buborék a fúvókáról leszakad, és a folyadékban emelkedni kezd. Határozzuk meg a buborék-leszakadáshoz szükséges kritikus méretet. Ehhez először meg kell határoznunk a buborék-leszakadás kritikus síkját. Ez a kritikus vízszintes sík az lesz, ami felett maximális értékű a buboréktérfogat és a síkban érvényes sugár hányadosa. Ugyanis ekkor lesz a legnagyobb a felhajtóerő és a határfelületi összetartó erő (abszolút értékének) hányadosa. Ha az 5. ábrán bemutatott buborékalakok megfelelnek a valóságnak, akkor a kritikus leszakadási sík a fúvóka tetejéhez közeli sík lesz, ahol a buborék sugara megegyezik a fúvóka belső ($R_{fúv} = R_b$, 5.a ábra) vagy külső ($R_{fúv} = R_k$, 5.b ábra) sugarával. Ekkor a buborékleszakadás feltétele: $F_{\Sigma} = F_g + F_{fg}^{\text{össz}} \geq 0$. Behelyettesítve ebbe a feltételbe a (12-13) egyenleteket, a kritikus buboréktérfogat ($V_{bub,kr}^0$) kifejezhető [13, 31]:

$$V_{bub,kr}^0 = \frac{2 \cdot R_{fúv} \cdot \pi \cdot \sigma_{fg}}{\Delta\rho \cdot g} \quad (14)$$

Az egyszerűség kedvéért tekintsük a leszakadt buborékot gömbnek. Ekkor térfogata leírható a sugarával: $V_{bub,kr}^0 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R_{bub,kr}^0)^3$. Behelyettesítve ezt a képletet a (14) egyenletbe, a leszakadó buborék sugarának képlete:

$$R_{bub,kr}^0 = \left(\frac{3 \cdot R_{fúv} \cdot \sigma_{fg}}{2 \cdot \Delta\rho \cdot g} \right)^{1/3} \quad (15)$$

ahol $R_{fúv} = R_b$ (5.a ábra), vagy $R_{fúv} = R_k$ (5.b ábra).

A (14-15) egyenletek elvileg használhatóak a folyadékok felületi feszültségének meghatározására. Ha ugyanis mért (kellően alacsony) gáztérfogatáram mellett mérhető (megszámolható) az egyedi buborékok keletkezésének gyakorisága (pl. akusztikus méréssel [31]), akkor innen az egyedi leszakadó buborékok térfogata kiszámítható. Ha ismerjük emellett a kapilláris sugarát, a folyadék sűrűségét, és tudjuk, hogy a folyadék nedvesíti-e a kapilláris falát, a felületi feszültség a (14) egyenletből meghatározható. Szerzőnek nincs tudomása arról, hogy ezt az elvi lehetőséget bárki folyadékok felületi feszültségének mérésére használta volna.

Vízre és két, a kohászatban gyakran használt fémolvadékra az 1. táblázatban

1. táblázat. Néhány folyadék fizikai tulajdonságai [5, 37]

Folyadék	σ_{fg} , J/m ²	ρ_f , kg/m ³	η , mPas	$\left(\frac{3 \cdot \sigma_{fg}}{2 \cdot \Delta\rho \cdot g} \right)^{1/3}$, m ^{2/3}
Víz	0,072	1000	1	0,022*
Al-olvadék	0,95	2300	3	0,040*
Fe-olvadék	1,95	7000	5	0,035*

* a számításnál a gáz sűrűségét elhanyagoltuk ($\Delta\rho \approx \rho_f$)

2. táblázat. A különböző folyadékokban leszakadó egyensúlyi buboréksugár ($R_{bub,kr}^0$) a fúvóka effektív ($R_{fúv}$) sugarának függvényében (a zárójeles értékek nem valóságosak)

$R_{fúv}$	Vízben	Al-olvadékban	Acéolvadékban
(1 m)	(22 mm)	(40 mm)	(35 mm)
1 mm	2,2 mm	4,0 mm	3,5 mm
1 μ m	0,22 mm	0,40 mm	0,35 mm
1 nm	22 μ m	40 μ m	35 μ m
(1 pm)	(2,2 μ m)	(4,0 μ m)	(3,5 μ m)

mutatjuk be a (15) egyenletben szereplő fizikai paraméterek értékeit. Mint az 1. táblázat utolsó oszlopából látjuk, a leszakadó buborék méretét meghatározó fizikai mennyiség alig kevesebb, mint 2-es szorzóval különbözik a víz és az alumíniumolvadék között, míg az acéolvadékot jellemző érték e kettő között található. Tehát a felületi feszültségekben látható nagyságrendnyi különbséget részben a sűrűségekben meglévő különbség kompenzálja, de főként a köbgyök erősen kisímitja. A 2. táblázatban különböző effektív sugarú fúvókákról ($R_{fúv}$) leszakadó buboréksugarakat mutatunk be. A 2. táblázat második sorában ($R_{fúv} = 1$ m) nem valós eredményeket találunk, hiszen a modell ($R_{fúv} \leq R_{bub,kr}^0$ esetén helytálló. A 2. táblázat harmadik, negyedik és ötödik sorából látjuk, hogy miközben a fúvókasugár 1 mm-ről 1 nm-re (6 nagyságrendet) csökken, a leszakadó buborék átlagos sugara 3 mm-ről 30 μ m-re (mindössze két nagyságrendet) csökken, ami a (15) egyenletben szereplő köbgyök miatt van. Következésképpen nanoméretű buborékot még nanoméretű fúvókából sem lehet fújni, ami erősen megnehezíti a nanobuborékok előállítását. A 2. táblázat utolsó sorában bemutatott 1 pm sugarú fúvókán ugyanis nem lehet 100 – 300 pm átmérőjű atomokat/molekulákat keresztülnyomni, de ha lehetne, akkor sem lehetne a keletkező buborékok sugarát 1 μ m alá csökkenteni. Ráadásul 1 pm sugarú fúvókát létrehozni sem lehet.

A fenti, reménytelennek tűnő nanobuborék gyártási gondolkísérlet csak azt mutatja, hogy milyen gyenge gravitációs

erőtér jutott otthonunkul a határfelületi erőkhöz képest (legalábbis a mikro- és nanovilágban). A másik oldalról persze ennek köszönhetjük azt, hogy a jelenlegi formában életben tudunk maradni, hiszen egy ezerszeres gravitációs erőterben ugyan lehetne tizedakkora buborékokat létrehozni a 2. táblázatban közölt méretekhez képest, de mi nem élnénk túl ezt az állapotot. Ezért ha a földi életre berendezkedett kohómérnök a 2. táblázatban jelöltekénél kisebb buborékokat akar létrehozni, egyéb erővel, például egy rotor forgatásából [32-33], vagy folyadék áramoltatásából származó sűrűdési erő segítségével [38], illetve elektromágneses erőter alkalmazásával [39] kell hogy leszakítsa a buborékokat.

Még egy gondolat a túlzottan kis sugarú fúvókákhoz. Azon túl, hogy ezek lényegesen többre kerülnének mostani társaiknál, erősen lecsökkenne a rajtuk keresztül vihető gáz mennyisége. A *Hagen-Poiseuille* törvény szerint [40] ugyanis a gáz térfogatárama (m^3/s) a fúvóka belső sugarának ($R_{fúv}$) negyedik hatványával arányos. Tehát ha egységnyi felületen azonos felületkitöltéssel azonos belső méretű fúvókákat helyezünk el, akkor $R_{fúv}$ csökkentésével az egységnyi felületen elhelyezkedő fúvókák száma ugyan $R_{fúv}^2$ -tel arányosan nő, de az egyedi fúvókákon keresztül vitt gáz térfogatárama $R_{fúv}^4$ -nel arányosan csökken, és így az egységnyi berendezéssel átírt teljes gáz térfogatáram $R_{fúv}^2$ -tel arányosan csökkenni fog. Tehát ha a fúvóka belső sugarát 1 mm-ről 1 μ m-re csökkentjük, ezzel ugyan elvileg 3 mm-ről 0,3 mm-re csökken az egyedi buborékok sugara, de a berendezés egységnyi felületén hat (!) nagyságrenddel lecsökken a gáz térfogatárama. És akkor még nem szóltunk arról, hogy ha fémolvadékba buborékoltatunk, akkor valószínűleg az 5.b ábra lesz érvényes, és a buborék sugarát nem az egyedi fúvókák belső sugara, hanem a buborékolató rendszer külső sugara fogja meghatározni, és emiatt az egyedi fúvókaméret-csökkentéssel valószínűleg egyáltalán nem fog lecsökkenni a buborékok mérete (a gáz térfogatárama viszont biztosan le fog csökkenni).

Meg kell jegyeznünk, hogy a (14-15) egyenletek egyensúlyi esetre érvényesek, azaz viszonylag kis gázáramlási sebesség esetén. Kísérletileg kimutatták, hogy a gáz térfogatáramának növelésével valamelyest nő a keletkező buborékok mérete

[31]. Nézzünk erre egy egyszerű modellt.

4.2. Egymást követő buborékok nem egyensúlyi leválása fúvókákról

A bányászati és kohászati gyakorlatban a fúvókán keresztül folyamatos a gázáram, tehát a buborékok folyamatosan növekednek és válnak le egymás után a fúvókáról. A mérnöki kontrollált paraméter a gáz térfogatárama, Q_g , melynek mértékegysége m^3/s , ami a másodpercenként a folyadékba kerülő gáz térfogatát jelenti. Amit azonban kívülről nehezen lehet befolyásolni, az a fúvókáról leszakadó egyedi buborékok mérete és fajlagos felülete. Most vezessük le egy különálló fúvókáról leszakadó buborék méretét a fúvókán keresztül megvalósuló Q_g térfogatáram függvényében.

Ebben az esetben a buborékra a (12-13) egyenleteken kívül hat a sűrűdési erő is, hiszen a buborék növekedése nem egyensúlyi módon, azaz nem végtelen kis sebességgel megy végbe. Először határozzuk meg a növekvő buborék növekedéséből származó sebességet (amivel a buborék teteje a folyadékba hatol). Ehhez emlékezzünk arra, hogy definíció szerint $Q_g \equiv dV_{bub}/dt$ (ahol t az idő, s).

Első közelítésben tekintsük gömb alakúnak az éppen leszakadó félben lévő buborékokot: $V_{bub} = 4/3 \cdot \pi \cdot R_{bub}^3$. Helyettesítsük ezt be az előző egyenletbe: $Q_g = 4 \cdot \pi \cdot R_{bub}^2 \cdot dR/dt$. A buborék növekedési sebessége definíció szerint: $v_{bub} \equiv dR/dt$ (mértékegysége: m/s). Fentiekből tehát a buborék növekedési sebességének képlete:

$$v_{bub} = \frac{Q_g}{4 \cdot \pi \cdot R_{bub}^2} \quad (16)$$

A folyadékban véges sebességgel növekvő buborék folyadékáramlást, és ezért sűrűdési erőt gerjeszt. Tételezzük fel, hogy a nagy (mm-es) buborékméret miatt a buborék körül nem lamináris, hanem turbulens a folyadékáramlás, és emiatt a sűrűdési erő a Newton egyenlettel írható le [40]:

$$F_s = -f \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \rho_f \cdot R_{bub}^2 \cdot v_{bub}^2,$$

ahol a sűrűdési tényező, értéke $f \approx 0,4$ körüli, ha a *Reynolds-szám* az $Re = 10^3 \dots 2 \cdot 10^5$ intervallumban van. Behelyettesítve ebbe az egyenletbe a (16) egyenletet, a sűrűdési erő képlete:

$$F_s = -4,0 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot \left(\frac{Q_g}{R_{bub}} \right)^2 \quad (17)$$

Mint látjuk, a sűrűdési erő a határfelületi összehúzó erővel azonos előjelű (irányú), azaz stabilizálni fogja a buborékokat. Ennek következtében a gáz térfogatáramának növelésével nő a leszakadó buborékok térfogata. A buborék leszakadásának feltétele: $F_\Sigma = F_g + F_{fg}^{össz} + F_s \geq 0$.

Behelyettesítve ebbe a képletbe a (12-13, 17) egyenleteket és a $V_{bub} = 4/3 \cdot \pi \cdot R_{bub}^3$ egyenletet, a következő egyenlőtlenséghez jutunk:

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_{bub}^3 \cdot \Delta \rho \cdot g \geq 2 \cdot R_{fúv} \cdot \pi \cdot \sigma_{fg} + 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot \left(\frac{Q_g}{R_{bub}} \right)^2 \quad (18)$$

Sajnos a (18) egyenletnek nincs R_{bub} -ra analitikai megoldása. A (18) egyenlet jobb oldalán lévő két tag összehasonlításából azonban meg tudjuk határozni azt a kritikus gáz térfogatáramot ($Q_{g,kr}$), ami éppen 10%-kal növeli meg a (15) egyenlettel leírt leszakadó „standard” buboréksugarat:

$$Q_{g,kr} = 23 \cdot R_{bub,kr}^0 \cdot \left(R_{fúv} \cdot \frac{\sigma_{fg}}{\rho_f} \right)^{1/2} \quad (19)$$

Mint a (2) táblázatból látjuk, $R_{fúv} = 1$ mm értékhez alumíniumolvadékra $R_{bub,kr}^0 = 4$ mm tartozik. Akkor erre az esetre a (19) egyenletből: $Q_{g,kr} = 5,9 \cdot 10^{-5} m^3/s = 59 cm^3/s$. A (16) egyenletből: $v_{bub} = 0,29$ m/s. Innen a fúvókából kilépő, kritikus méretű buborékra vonatkozó Reynolds-szám: $Re = 2,2 \cdot R_{bub,kr}^0 \cdot v_{bub} \cdot \rho_f / \eta = 2,0 \cdot 10^3$. Lévén, hogy ez a Reynolds-szám azon $Re = 10^3 \dots 2 \cdot 10^5$ intervallumban van, amire érvényes a fent választott $f \approx 0,4$ feltétel, a (17-19) egyenletek valóságközeliek. Ez azt jelenti, hogy ha 1 mm sugarú fúvókából kevesebb mint $59 cm^3/s$ térfogatárammal fújunk gázt alumíniumolvadékba, akkor a leszakadó buborék sugara kevesebb mint 10%-kal lesz nagyobb, mint a (15) képlettel számolt egyensúlyi érték (4 mm – lásd 2. táblázat). Ha ennél is nagyobb a térfogatáram, akkor a (18) egyenlet numerikus megoldásával számíthatjuk ki a leszakadó buborék méretét.

Ha a Q_g értéke túl nagyra nő (legalábbis $10 \cdot Q_{g,kr}$ -ra), akkor a (18) egyenletben a határfelületi összehúzó erő elhanyagolhatóvá válik (10%-nál kevesebb szerephez jut) a sűrűdési erőhöz képest, így elegendő az utóbbi tag figyelembevételével. Ebből a redukált (18) egyenletből $R_{bub,kr}$



már analitikailag is kifejezhető:

$$R_{bub,kr} = 0,25 \cdot \frac{Q_g^{0,4}}{g^{0,2}} \quad (20)$$

A (18) egyenletről a (20) egyenletre való átmenetnél elhanyagoltuk a gáz sűrűségét a folyadékéhoz képest ($\Delta\rho \cong \rho_f$). Behelyettesítve a Reynolds-szám definíciójába ($Re = 2 \cdot R_{bub,kr} \cdot v_{bub} \cdot \rho_f / \eta$) a (16, 20) egyenleteket, és figyelembe véve, hogy a (17-20) egyenletek csak $Re \leq 2 \cdot 10^5$ intervallumban érvényesek, a (20) egyenlet érvényességi tartománya a

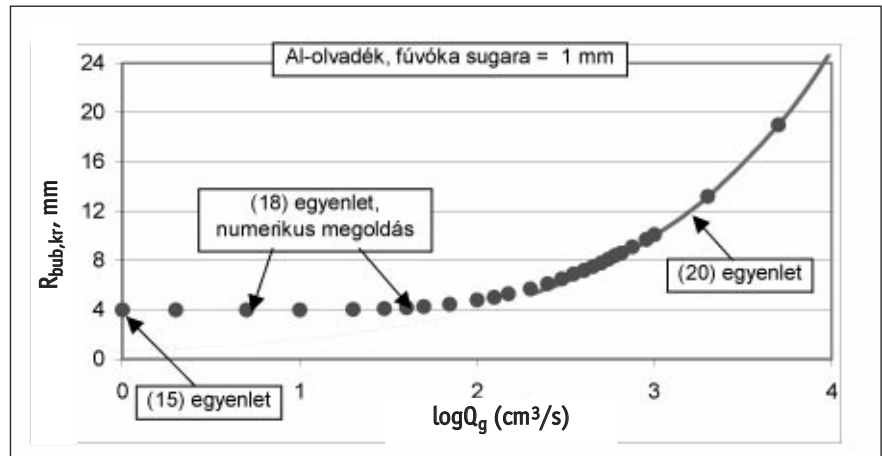
$$Q_g \leq 6,8 \cdot 10^8 \cdot \left(\frac{\eta}{\rho_f} \right)^{5/3}$$

képlettel számítható. Ez alumíniumolvadéokra (lásd 1. táblázat): $Q_g \leq 0,11 \text{ m}^3/\text{s} = 1,1 \cdot 10^5 \text{ cm}^3/\text{s}$ maximális gáz térfogatáramot jelent.

A 6. ábrán egy konkrét esetre (alumíniumolvadékba fújt gáz 1 mm sugarú fúvókán keresztül) mutatjuk be a leszakadó buborék sugarának függését a gáz térfogatáramától, féllogaritmikus koordináta rendszerben. Láthatjuk, hogy $Q_g > 10 \cdot Q_{g,kr}$ (= $590 \text{ cm}^3/\text{s}$) érték mellett a (20) egyenlet valóban jól közelíti a (18) egyenlet numerikus megoldásait. A (20) egyenletben megengedett maximális $Q_g = 1,1 \cdot 10^5 \text{ cm}^3/\text{s}$ gáztérfogatáramhoz tartozó érték: $R_{bub,kr} = 65 \text{ mm}$. Ez a leszakadó buborék sugara. Azonban e cikk végén bemutatjuk, hogy a folyadékokban emelkedő hasonló méretű buborékok fokozatosan szétesnek több kisebb buborékká, mivel a túlságosan nagy buborékok emelkedésük során instabillá válnak.

Az acél üstmetallurgiában használt porózus téglák (melyeken keresztül argon gázt fúvatnak az üst aljába) első közelítésben több ezernyi kisméretű fúvókaként foghatók fel. Ebben az esetben azonban az elvileg különálló ezernyi buborék közvetlenül a porózus tégl felületén egy hatalmas buborékká egyesül a következő okokból:

1. az acélolvadék nem nedvesíti a porózus tégl felületét, ami azt jelenti, hogy a gáz „nedvesíti” azt, tehát a tégl/acél határfelületen összepukkadnak a szomszédos kapillárisokból növekvő buborékok;
2. a kapillárisok saját átmérőjének és egymástól való távolságának összege sokkal kisebb mint az egyedi buborékok mérete, ezért a buborékok közvetlenül a tégl felett akkor is összepukkadná-



■ 6. ábra. Fúvókáról leváló buborék kritikus sugara a gáz térfogatáramának függvényében (pontok: a (18) egyenlet numerikus megoldása, vonal: a (20) egyenlettel számolva) ($R_{fuv} = 1 \text{ mm}$, alumíniumolvadékba való buborékoltatás)

nak, ha nem tennék már meg ezt a tégl/acél határfelületen;

3. az acél üstmetallurgiai kezelése során a gáz térfogatárama nagyságrendekkel nagyobb, mint a (19) egyenlettel számolható kritikus érték.

Végeredményben az acél üstmetallurgiai kezelése során a (20) egyenlettel számítható a porózus téglából kilépő gázbuborék sugara. Mint a (20) egyenletből látjuk, a leszakadó buborékok mérete független az acélolvadék fizikai tulajdonságaitól, a fúvóka vagy a porózus tégl geometriájától, illetve pórusainak méretétől vagy alakjától. Ez azért tanulságos, mert így a porózus tégl tervezésénél mindössze azt a szempontot kell figyelembe venni, hogy rajta megfelelő sebességgel lehesse keresztülfújni az argongázt, illetve hogy a pórusaiba ne penetráljon az acélolvadék.

4.3. Forgó rotorról leváló buborékok mérete

Fent azt láttuk, hogy már az egyensúlyi leszakadó buborékok is túlságosan nagyok, nem beszélve arról, ha a gáz térfogatárama az iparban igényelt értékű (lásd 6. ábra). Ennek ellenére arra kell törekedni, hogy a gázbuborékok méretét csökkentsük, növelve ezzel fajlagos felületüket. Erre az egyik lehetőség, ha a buborékokat forgó rotor segítségével fújjuk a folyadékba.

A rotor geometriája természetesen be-

folyásolja az áramlási viszonyokat. Itt most egy egyszerű modellt mutatunk be. Tételezzük fel, hogy egy R_{rot} külső sugarú, függőleges, üreges henger (rotor) felületén kialakított R_{fuv} sugarú fúvókákon Q_g térfogatárammal gáz áramlik egy folyadékba, miközben a henger n (1/min) fordulatszámmal függőleges tengelye körül forog. Számoljuk ki a forgó henger felülete és a folyadék sebességkülönbségét. Ehhez tudjuk, hogy a rotor 60 s alatt n fordulatot tesz, és minden fordulat során egy kerületnyi utat tesz meg. Akkor a felületi sebesség (m/s):

$$v = \frac{\pi}{30} \cdot n \cdot R_{rot} \quad (21)$$

A rotor forgása a folyadékban turbulens áramlást kelt, amit csak tovább fokoz az, hogy a rotorból buborékok is kerülnek a folyadékba. Ezért a rotor felületén kialakított nyílásokból a folyadékba átlépő buborékokra nyíróerő hat, ami a Newton egyenlettel leírt súrlódási erővel ekvivalens [40]: $F_{ny} = -F_s = f \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \rho_f \cdot R_{bub}^2 \cdot v^2$ (lásd fent). Behelyettesítve ide a (21) egyenletet, a következő egyenletet kapjuk:

$$F_{ny} = 6,9 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot (R_{bub} \cdot R_{rot} \cdot n)^2 \quad (22)$$

A (22) egyenlettel leírt nyíróerő vektora a gravitációs vektorra merőleges síkban hat, ezért a két erőt vektorialisan össze kell adni a (12) egyenlettel leírt felhajtóerővel:

$$F_{nyíró} = \sqrt{F_{ny}^2 + F_g^2} = \rho_f \cdot \sqrt{18 \cdot R_{bub}^6 \cdot g^2 + 4,8 \cdot 10^{-5} \cdot (R_{bub} \cdot R_{rot} \cdot n)^4} \quad (23)$$

A (23) egyenletben elhanyagoltuk a gáz sűrűségét a folyadékéhoz képest ($\Delta\rho \approx \rho_f$). A (23) egyenlettel leírt nyíróerőt részben a határfelületi összehúzó erő, részben pedig a gáz térfogatáramával kapcsolatos súrlódási erő kompenzálja, azaz a (18) egyenlet jobb oldala. A buborék leszakadásának feltétele tehát az, hogy a (23) egyenlettel számolt értékek kell nagyobbak/egyenlőnek lennie a (18) egyenlet jobb oldalával:

$$\sqrt{18 \cdot R_{bub}^6 \cdot g^2 + 4,8 \cdot 10^{-5} \cdot (R_{bub} \cdot R_{rot} \cdot n)^4} \geq 6,3 \cdot R_{fuv} \cdot \frac{\sigma_{fg}}{\rho_f} + 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{Q_g}{R_{bub}}\right)^2 \quad (24)$$

A (24) egyenletnek nincs analitikai megoldása. Analitikai megoldás csak akkor van, ha mind a rotor forgási sebessége, mind a gáz térfogatárama olyan nagy, hogy mind a felhajtóerő, mind a határfelületi összetartó erő elhanyagolhatóvá válik, és ekkor a (24) egyenletből a buborék kritikus sugara kifejezhető:

$$R_{bub,kr} = 0,87 \cdot \sqrt{\frac{Q_g}{n \cdot R_{rot}}} \quad (25)$$

A 7. ábrán a (24) egyenlet analitikai megoldása eredményeként mutatjuk be egy példán a kritikus leszakadó buborék-sugár értékeit a rotor fordulatszámának és a gáz térfogatáramának függvényében. A 7. ábráról a következő megállapításokat tehetjük:

- ha $n \leq 30$ 1/min és $Q_g \leq 10$ cm³/s, akkor $R_{bub,kr} \rightarrow R_{bub,kr}^0$ (lásd (15) egyenlet);
- ha $n \geq 30$ 1/min és $Q_g \leq 10$ cm³/s, akkor a buborék sugara a kiindulási $R_{bub,kr}^0$ értékről n növelésével fokozatosan csökken, így szubmilliméteres buborékokat kaphatunk;
- fenti megállapítás minden Q_g mellett igaz, de Q_g növelésével $R_{bub,kr}$ növekszik (lásd 6. ábra).

4.4. Az elméleti buborékméreték összehasonlítása mért értékekkel

Jónás tanár úr ipari kísérleti mérések alapján összeállított, alumíniumolvadékba fújt buborékokra vonatkozó adatait [21] az itt elméletileg számolt értékekkel a következőképpen hasonlíthatjuk össze:

1. Fúvókából származó buborék jellemző átmérője: 4 ± 1 mm [21]. A (15) egyenlet és 1-2. táblázatok szerint ilyen méretű buborék kis térfogatáram esetén akkor keletkezik alumínium-

olvadékban, ha a fúvóka sugara 0,1 mm körüli. Ez reálisnak tűnik.

2. Porózus dugóból származó buborék jellemző átmérője: 8 ± 2 mm [21]. Mint fent láttuk, a porózus téglán/dugón keresztül áramló gázból keletkező buborék méretét főleg a dugó mérete határozza meg a (15) egyenlet alapján (feltételezve, hogy az alumíniumolvadék a dugó anyagát nem nedvesíti). A dugó sugara nyilván lényegesen nagyobb a

fúvóka sugaránál, ez okozza a buborék méretnövekedését.

3. A buborékok átmérője rotoros ill. forgótárcsás gázbevitel esetén 3 mm alá csökkenthető [21]. Ezt a 7. ábra magyarázza.

4. Lándzsa használata esetén a buborékok átmérője 12 mm feletti [21]. Ez azért van, mert egyrészt a lándzsa sugara lényegesen nagyobb a fúvóka sugaránál, másrészt a lándzsa használatakor a gáz térfogatárama is jelentős (lásd 6. ábra). Fentiek alapján állíthatjuk, hogy az ebben a fejezetben bemutatott elméleti eredmények összhangban vannak az ipari megfigyelésekkel.

5. Fémhuzalról lecseppelő fémolvadék-csepp tömege

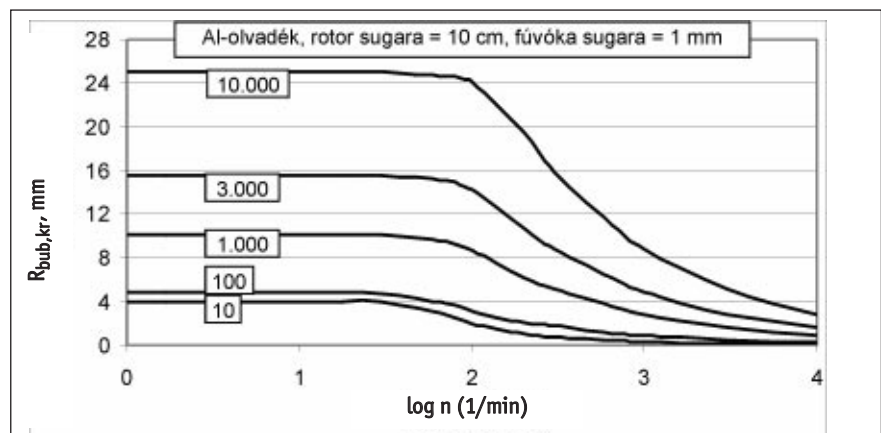
A 8. ábrán egy hengeres, függőlegesen elhelyezett fémhuzalt mutatunk be, amit alulról melegítünk, és ezért annak alján egy fémolvadék csepp jelenik meg. A kérdés, hogy mekkora lesz a leszakadó csepp

térfogata, illetve tömege? Feltételezzük, hogy a rendszer mechanikai nyugalomban van. Ekkor kizárólag a gravitációs erő húzza lefelé a cseppet, és ezt kompenzálóan, fellép a határfelületi összehúzó erő. Ez az eset analóg az előzővel azzal a különbséggel, hogy a kritikus leszakadó sugár most megegyezik a huzal sugarával, mivel a fémolvadékok mindig nedvesítik azt a kristályt, amiből keletkeznek. Ekkor a (12-15) egyenletekkel analóg egyenletek lesznek mérvadóak erre az esetre is azzal a különbséggel, hogy a „bub” = buborék index helyett „csepp” indexet kell érteni. A leszakadó csepp tömegét úgy kapjuk, hogy megszorozzuk a (14) egyenlet jobb oldalát a fémolvadék sűrűségével. Végeredményben:

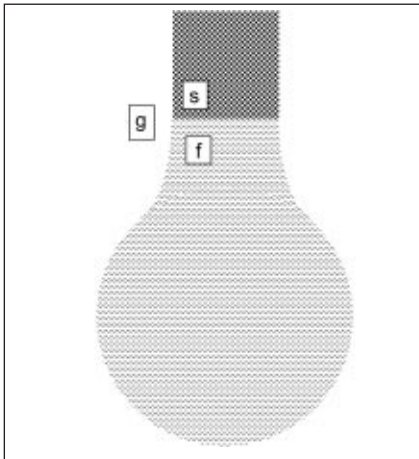
$$m_{csepp,kr} = \frac{2 \cdot R \cdot \pi \cdot \sigma_{fg}}{g} \quad (26)$$

ahol $m_{csepp,kr}$ a lecseppelő kritikus csepp tömege a 8. ábra szerinti elrendezésben. A (26) egyenlet legérdekesebb jellemzője az, hogy a csepp tömege független a fém sűrűségétől, és csak a huzal sugarától és a fémolvadék felületi feszültségétől függ. Ezért az 1 mm sugarú olvadó jégcsapról 0,046 g tömegű vízcsepp, míg az 1 mm sugarú acélhuzalról 1,2 g tömegű acélcsepp fog leesni (lásd 1. táblázat).

A (26) egyenlet használható a felületi feszültség mérésére is [5]. Előnye, hogy az így mért felületi feszültség számításához nincs szükség a fémolvadék sűrűségének ismeretére, ami különösen többkomponensű olvadékok esetében előnyös, melyekre a sűrűség értékek általában nem ismertek. A módszer hátránya,



7. ábra. Forgó rotorról leváló buborék kritikus sugara a rotor fordulatszámának és a gáz térfogatáramának függvényében (utóbbi értékei alulról felfelé haladva a görbéken: 10, 100, 1 000, 3 000 és 10 000 cm³/s). A (24) egyenlet numerikus megoldásával számolva ($R_{fuv} = 1$ mm, $R_{rot} = 10$ cm, alumíniumolvadékba való buborékoltatás)



■ 8. ábra. Alulról melegített fémhuzal alján lévő fémolvadékcsapp a leszakadás előtt

hogy csak az olvadáspont közelében használható. A (26) egyenlet akkor is használható, ha egy kapillárisból kicseppenő folyadékcsapp tömegét mérjük sztalagmométeres módszerrel [41]. Ekkor tetőleges hőmérsékleten mérhetünk ugyan, de oda kell figyelni arra, hogy ha a folyadék nedvesíti a kapilláris, akkor annak külső, míg ellenkező esetben belső sugarát kell használni a (26) egyenletben.

6. A folyadékban emelkedő buborékok maximális mérete

Amikor a kohászati technológiákban fémolvadékokat gázzal öblítene, nagy gáztérfogatáramok esetén nagy buborékok is kialakulhatnak (lásd 6. ábra). Felmerül a kérdés, vajon állandósult állapotban korlátozza-e valami a folyadékokban emelkedő buborékok (vagy a gázokban eső cseppek) maximális méretét?

A fémolvadékokban emelkedő buborékok emelkedési sebességét a felhajtó- és a sűrűdési erők egyensúlya határozza meg. Ha ismert a buborék térfogata, a felhajtóerő a (12) egyenlettel számítható. Ennél sokkal bonyolultabb a sűrűdési erő számítása. Mivel azonban állandósult állapotban a gravitációs és sűrűdési erők megegyeznek, utóbbi értékét szintén megbecsülhetjük a (12) egyenletből.

A sűrűdési erő a buborék felülete mentén hat oly módon, hogy a buborékok körül erős olvadékaramlás valósul meg. Ezért azon túl, hogy a sűrűdési erő lefékezi a buborékokat, „mellékjelenséggént” destabilizálja is azokat, hiszen nyíróerőt hoz létre azok felületén. Fentiek szerint ez a nyíróerő a (12) egyenlettel közelíthető.

A jelen cikk tárgyát képező határfelületi összehúzó erő ennek az áramlási okokból fellépő szakítóerőnek próbál ellenállni. Az erő képlete a (13) egyenlettel írható le azzal a különbséggel, hogy most R helyett a buborék sugarát használjuk.

A buborék addig lesz stabil, amíg a felülete mentén ható erők összege negatív lesz: $F_{\Sigma} = F_s + F_{fg}^{össz} = F_g + F_{fg}^{össz} < 0$ (ahol F_s a sűrűdési erő). Ellenkező esetben a buborék destabilizálódik és két kisebbre esik szét. Ha nagy buborékból indulunk, ez a folyamat egészen addig tart, míg mind egyik kisebbik buboréokra nem lesz érvényes a fenti feltétel. Innen a kritikus állapot az $F_{\Sigma} = F_s + F_{fg}^{össz} \cong F_g + F_{fg}^{össz} = 0$ feltétellel írható le. Behelyettesítve ide a (12-13) egyenleteket és a $V_{bub} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$ egyenletet (ahol R_{bub} a buborék effektív sugara), a maximális stabil buborékméretre a következő egyenletet kapjuk:

$$R_{bub,max} = \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma_{fg}}{2 \cdot \Delta \rho \cdot g}} \quad (27)$$

Behelyettesítve a (27) egyenletbe a megfelelő fizikai paramétereket (lásd 1. táblázat): $R_{bub,max} = 3,3$ mm (vízre), $R_{bub,max} = 7,9$ mm (alumíniumolvadéokra) és $R_{bub,max} = 6,5$ mm (acéolvadéokra). Összehasonlítva az alumíniumolvadéokra talált 7,9 mm maximális stabil buboréksugarat a 6-7. ábrákkal, láthatjuk, hogy nagy gáztérfogatáramok használata esetén ugyan keletkezhetnek ennél jóval nagyobb buborékok is, de azok az olvadékban való felszállásuk során több kisebb buboréokra fognak szétesni.

7. Kitekintés

Végül érdekességgént érdemes megemlíteni, hogy a (27) egyenlettel analóg egyenlet írja le a gázban eső maximális stabil cseppméretet is. Mint fent láttuk, ez vízre $R_{csepp,max} = 3,3$ mm. Az ennél nagyobb esőcseppeket a sűrűdési erő szétszakítja, avagy a határfelületi összehúzó erő nem tudja egyben tartani. Jégeső esetén tapasztalunk dió méretű (kb. 10 mm sugarú) jégdarabokat is. Felmerül a kérdés, hogy miért nem tapasztalunk soha $R = 10$ mm-es esőcseppeket, ha egyszer vannak ekkora jégeső darabok? Fentiek szerint azért nem, mert az ilyen nagy esőcseppeket a sűrűdési erő destabilizálja. A jégdarabokat ugyanez az erő azért nem tudja destabilizálni, mert a jég szilárd halmazállapotú, szemben az esőcseppekkel. Ezt tekinthetjük

metallurgus szerzőnk első meteorológiai hipotézisének...

8. Összefoglalás

A cikkben levezettük a határfelületi összehúzó erő általános képletét. Ezen általános képlet segítségével a kohászati gyakorlatban is hasznos egyenleteket vezetünk le a folyadékcsapp alakjára, a leszakadó buborékok és cseppek méretére, illetve a hidrodinamikai okokból destabilizálódó buborékok és cseppek maximális méretére.

9. Köszönetnyilvánítás

A kutatást a CK 80255 számú célzott alapkutatási projekt támogatta (OTKA-NKTH közös finanszírozás). Szerző köszönetét fejezi ki a BKL Kohászat szerkesztőségének, hogy lehetővé tették e cikksorozat publikálását. Külön köszönet illeti *Hutkainé Göndör Zsuzsát*, a Miskolci Egyetem kohómérnök mérnök tanárát, akinek köszönhetően a cikk szakmailag és nyelvtanilag közérthetőbbé vált. Ezt a cikksorozatot Édesapám, *id. Kaptay György* kohómérnök (1933-2008) emlékének ajánlom.

Irodalom

- [1] *Kaptay Gy.*: Határfelületi jelenségek a fémcsapadékgyártásban. 1. rész. A határfelületi erők osztályozása. BKL Kohászat. 2009. 142. évf. 3. sz. 39-46.
- [2] *Young, T.*: An Essay on the Cohesion of Fluids. Phil. Trans. (1805) 65-87.
- [3] *Newton, I.*: Philosophiae naturalis principia mathematica. 1687. (translated from Latin to English by *Andrew Motte* as "Mathematical Principles of Natural Philosophy" in 1729. New York, Daniel Adee. 581.)
- [4] *Gibbs, J. W.*: On the Equilibrium of Heterogenous Substances. Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 3 (1875-1878) 108-248., 343-524.
- [5] *Adamson, A. W.*: Physical Chemistry of Surfaces. 5th ed. John Wiley and Sons Inc. New York, USA. 1990.
- [6] *Kaptay, G.*: Classification and general derivation of interfacial forces, acting on phases, situated in the bulk, or at the interface of other phases. J. Mater. Sci. 40 (2005) 2125-2131.
- [7] *Kaptay, G.-Vermes, G.*: Interfacial forces: classification. Encyclopedia

- of Surface and Colloid Science. Taylor & Francis, 2009. 1-19. DOI: 10.1081/E-ESCS-120044936
- [8] *Israelachvili, J. N.*: Intermolecular and surface forces. Academic Press, London. 1992.
- [9] *Liu, Y. – German, R. M.*: Contact angle and solid-liquid-vapor equilibrium. *Acta Mater.* 1996. vol. 44. 1657-1663.
- [10] *Pászló, I. – László, K.*: Individual variables in capillarity. *Coll. Polym. Sci.* 2004. vol. 282. 243-249.
- [11] *Fukuda, A. – Yoshikawa, T. – Tanaka, T.*: A fundamental approach for the measurement of solid-liquid interfacial energies. *J. Pys. Conf-series.* 2009. vol. 165. paper 012079.
- [12] *Lakatos G.*: Ag-Si rendszer határfelületi jelenségeinek vizsgálata. TDK dolgozat. 2009. Miskolci Egyetem (konzulensek: *Baumli P., Kaptay Gy.*).
- [13] *Tarján, G.*: Mineral Processing. Vol. II. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1986.
- [14] *Bokányi, L. – Csőke, B.*: Preparation of clean coal by flotation following ultra fine liberation. *Applied Energy.* 2003. Vol. 74. 349-358.
- [15] *Pásztor G. – Szepessy A. – Kékesi T.*: Színesfémek metallurgiája. Tankönyvkiadó, Budapest. 1990.
- [16] *Nagy, L. – Réger, T. – Lajos, T. – Szélig, Á.*: Improving steel quality with CFD. *Fluent News.* Summer 2006. 44-46.
- [17] *Károly Gy. – Tardy P. – Szélig Á. – Szabó A. – El-Ghazaly, Sz.*: Az argonos átöblítés hatékonyságának szerepe az acélok tisztaságának javításában. *BKL Kohászat.* 2007. 3. sz. 1-6.
- [18] *Szabó A.*: Szilícium-szegény, alumíniummal dezoxidált acél tisztaságának javítása argonos öblítés finomításával. PhD értekezés. Miskolci Egyetem, 2009. (konzulens: *Károly Gy.*)
- [19] *Pásztor G. – Szepessy A. – Siklósi P. – Osvald Z.*: Könnyűfémek metallurgiája. Tankönyvkiadó, Budapest. 1991.
- [20] *Kékesi T. – Mihálik Á.*: Alumíniumolvadékok tisztítása. *BKL Kohászat.* 1998. 131. évf. 29-40.
- [21] *Jónás P.*: Fémöntészet III. Oktatási segédlet. Miskolci Egyetem, 2003. 43.
- [22] *Dúl J. – Gyurán L. – Szombatfalvy A.*: Járműipari öntészeti alumíniumötvözetek tulajdonságainak optimalizálása. *BKL Kohászat.* 2007. 140. évf. 3. sz. 15-19.
- [23] *Kékesi T. – Horváth Cs. – Majtényi J.*: Az öblítőgázos alumíniumolvadékok tisztítás hatékonyságát befolyásoló tényezők kísérleti vizsgálata. *BKL Kohászat.* 2008. 141. évf. 25-33.
- [24] *Lévai G.*: Al-Si bázisú járműipari öntvénygyártás időszerű kérdései. Diplomamunka. Miskolci Egyetem, 2008. (konzulensek: *Jónás P., Török R., Szemán L.*)
- [25] *Tokár M.*: Olvadékezelés hatása vastagfalú alumínium nyomásos öntvény szövetszerkezetére. TDK dolgozat. Miskolci Egyetem, 2009. (konzulensek: *Mende T., Dúl J., Rick T.*)
- [26] *Poncsák S. – Kiss L. I. – Bui, R. T.*: Az anódgázbuborékok növekedésének matematikai modellezése az alumínium elektrolízise folyamán. I-II. rész. *BKL Kohászat.* 2000. 133. évf. 3-4. sz. 114-117. és 159-160.
- [27] *Kelemen K. K. – Kaptay Gy. – Borsik Á.*: Fémhabok – a géptervezés potenciális szerkezeti anyagai. *Gép.* 1999. 50. évf. 11. szám. 58-61.
- [28] *Babcsán N. – Bárczy P.*: Alumíniumhabok. *BKL Kohászat.* 2003. 136. évf. 2. sz. 97-101.
- [29] *Németh Á. – Orbulov I.*: Fémhabok, porózus szerkezeti anyagok előállítása és tulajdonságai. *Anyagvizsgálók Lapja.* 16 (2006:2) 58-66.
- [30] *Sano, M. – Fujita, Y. – Mori, K.*: Formation of bubbles at single nonwetted nozzle in mercury. *Metall. Trans.* 1976. Vol. 7B. 300-301.
- [31] *Irons, G. A. – Guthrie, R. I. L.*: Bubble formation at nozzles in pig iron. *Metall. Trans.* 1978. Vol. 9B. 101-110.
- [32] *Johansen, S. T. et al.*: The bubble size and mass transfer mechanism in rotor stirred reactors. *Light Metals.* 1997. Ed. by *Huglen, R.* TMS. 1997. 663-666.
- [33] *Hop, B. et al.*: The fluid mechanics in the HI10 Hycast reactor. *Light Metals.* 1997. Ed. by *Huglen, R.* TMS. 1997. 837-841.
- [34] *Wang, Z. – Mukai, K. – Izu, D.*: Influence of wettability on the behavior of argon bubbles and fluid flow inside the nozzle and mold. *ISIJ Int.* 1999. Vol. 39. 154-163.
- [35] *Sonoyama, N. – Iguchi, M.*: Bubble formation and detachment on non-wetted surfaces. *Metall. Mater. Trans.* 2002. Vol. 33B. 155-162.
- [36] *Gnyloskurenko, S. V. – Byakova, A. – Nakamura, T. – Raychenko, O.*: Influence of wettability on bubble formation in liquid. *J. Mater. Sci.* 2005. Vol. 40. 2437-2441.
- [37] *Iida, T. – Guthrie, R. I. L.*: The Physical Properties of Liquid Metals. Oxford, Clarendon Press. 1993. 288.
- [38] *Al-Hayes, R. A. M. – Winterton, R. H. S.*: Bubble diameter on detachment in flowing liquids. *Int. J. Heat Mass Transfer.* 1981. Vol. 24. 223-230.
- [39] *Eckert, S. – Gerbeth, G.*: Control of gas bubble injection into liquid metals by electromagnetic forces. In: "Cellular metals: Manufacture, Properties, Applications". Ed. by *Banhart, J.; Fleck, N.; Mortensen, A.* MIT Verlag, 2003. 83-88.
- [40] *Poirier, D. R. – Geiger, G. H.*: Transport Phenomena in Materials Processing. TMS. Warrendale. 1994. 658.
- [41] *Berecz E. (szerk.)*: Fizikai-kémiai laboratóriumi gyakorlatok. Budapest, Tankönyvkiadó. 1992.

Felhívás tagtársainkhoz

Ipari szakmúzeumaink 2010-ben is tisztelettel és szeretettel várják Önöket! Kérjük helyi szervezeteinket és minden, szakmai múltunk iránt elkötelezett tagtársunkat, minél nagyobb számban keressék fel ipari örökségünk helyszíneit, hívják fel az ott őrzött értékekre, relikviákra családtagjaik, barátaik, munkatársaik figyelmét, hogy a ma és a holnap nemzedékei is elismeréssel szólhassanak bányászati és kohászati múltunkról. A montanisztikai emlékhelyek éppen úgy a nemzet kulturális örökségének részei, mint akármelyik művészeti vagy történelmi gyűjtemény. Látogatásuk hozzájárul szakmai múzeumaink elismertségéhez, fenntartásához.

Szerkesztőség



Választmányi ülés

Az OMBKE választmánya 2009. október 22-én az egyesület Mikoviny tanácstermében tartotta ülését, melyen szavazati joggal 19 fő, tanácskozási joggal 10 fő vett részt.

Dr. Tolnay Lajos elnök nyitotta meg az ülést, köszöntötte a megjelenteket és megállapította a határozatképességet. Majd még napirend előtt a 98. küldöttgyűlésről hivatali elfoglaltsága miatt távol levő Holoda Attilának, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály elnökének átadta a Zsigmondy Vilmos-emlékérmét. Megemlékezett az előző választmányi ülés óta elhunyt tiszteleti tagjainkról, dr. Kun Béla vasokleveles bányamérnökről, akit az egyesület részéről dr. Gagyai Pálffy András búcsúztatott, és Selmeczi Béla vasokleveles kohómérnökről, az egyesület legrégebbi tagjáról, az OMBKE egykori főtitkáráról, akit az egyesület részéről Schmidt György búcsúztatott. Fájdalommal emlékezett az igen aktív fiatal kohómérnök tagtársunkra, Molnár Péterre, közismerten Csontyira, aki a Szalamander utáni napon tragikus szerencsétlenség következtében vesztette életét. Temetésén több száz egyenruhás főiskolás búcsúztatta dr. Pataki Attila választmányi tag, cantus praeses előéneklésével. Az elhunyt tiszteletére a dunaújvárosi helyi szervezet gyászszakestélyt tartott. Elhunyt tagtársaink emléke előtt a választmány tagjai néma felállással tisztelegtek.

Ezt követően röviden értékelte az elmúlt időszak fontosabb eseményeit:

- a Selmecebányai Szalamandert, ahol megállapodást kötöttünk a Szlovák Bányászati Egyesületek Szövetségével;
- a Fazola-napok rendezvényeit;
- a Miskolcon tartott Fémkohászati napokat;
- a Tapolcán tartott 20. magyar öntőnapokat;
- a Somogyfajszai Alapítvány újjáélesztéséről szóló megállapodást és
- a „Munkavédelem időszzerű kérdései a bányászatban és a gáziparban” című konferenciát.

Végül felhívta a figyelmet, hogy azokat a tagtársakat, akik már két éve nem fizettek tagsági díjat a csekkmelléklettel október 15-ig lakáscímre küldött felszólító levél ellenére sem, az OMBKE alapszabálya szerint törölni kell a tagok sorából. A tagsági díjak rendezésének határideje 2009. november 20-a. Az egyes szakosztályok titkárai megkapták a szakosztályukra vonatkozó adatokat.

Megszavazta a napirendet, majd még a napirendi pontok tárgyalása előtt szót adott dr. Tardy Pálnak, aki a választmányi tagoknak kiküldött, az európai parlamenti képviselők tájékoztatására szolgáló írásos anyag szóbeli kiegészítésével élt. Javasolta az Európai Parlament bizottságai részére olyan tartalmú memorandum küldését, amiben felhívjuk az új EP-tagok figyelmét szakmaink sajátosságaira annak érdekében, hogy az ez alapján bennünket érintő törvények, rendeletek szakmailag helyesek és racionálisak legyenek. Ehhez az OMBKE hozzon létre bizottságot, a bizottságba a szakosztályok javasoljanak tagokat.

A választmány elfogadta dr. Tardy Pálnak a memorandum készítésére vonatkozó javaslatát. A bizottság vezetője dr. Tardy Pál ex-elnök és dr. Gál István, az Iparpolitikai Bizottság vezetője lett. Az Ellenőrző Bizottság részéről Götz Tibor Molnár Istvánt javasolta bizottsági tagnak, míg a szakosztályoknak 2009. november 4-ig kell felkérniük a bizottságba javasolt tagokat.

A választmány a javaslatot egyhangúlag, ellenszavazat és tartózkodás nélkül megszavazta (V. 22/2009. 10. 22. sz. határozat). A továbbiakban a megszavazott napirend szerint folyt az ülés.

1. A 98. küldöttgyűlés határozataival kapcsolatos teendők

Kovacsics Árpád főtitkár a határozatok végrehajtásával kapcsolatos írásbeli előterjesztését szóban kiegészítette.

Ezt követően dr. Gál István javasolta, hogy az MBSZ, a BDSZ és az OMBKE a Ma-

gyar Tudományos Akadémián tartson ülést, és erre hívjuk meg a pártok szakpolitikusait. Morvai Tibor a végzős hallgatóknak kiemenő gratuláló levélből kért másolatot.

Götz Tibor fontosnak tartaná, hogy minden rendezvényről valamennyi szaklapunkban jelenjen meg tájékoztatás, erre a felelős szerkesztők figyelmét kívánja felhívni. Huszár László szerint a három felelős szerkesztő koordinálja ezt a feladatot.

A választmány egyhangúlag elfogadta a főtitkárnak a 98. küldöttgyűlés határozataival kapcsolatos teendőkről szóló előterjesztését (V. 23/2009. 10. 22. sz. határozat).

2. Az Érembizottság javaslata a Szent Borbála-érem kitüntetésekre

Komjáthy István, az Érembizottság elnöke ismertette a szakosztályok részéről beérkezett javaslatokat, melyek alapján a bizottság az alábbi tagtársak kitüntetését terjeszti elő:

- Bányászati Szakosztály:
dr. Balogh Béla okl. bányamérnök,
dr. Mizser János okl. bányamérnök;
- Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály:
Götz Tibor okl. olajmérnök;
- Vaskohászati Szakosztály:
Tóth László okl. kohóüzemmérnök,
mérnök-közgazdász;
- Öntészeti szakosztály:
Szombatfalvy Rudolf okl. kohómérnök;
- Fémkohászati Szakosztály:
Csurgó Lajos okl. kohómérnök;
- Salgótarjáni Osztály:
Liptay Péter okl. kohómérnök;
- Egyetemi Osztály: nem nyújtott be előterjesztést.

A beérkezett javaslatok kitöltik a Szent Borbála-érem adományozására kapott három bányász és négy kohász miniszteri kitüntetési keretet. Az Érembizottság megállapította, hogy a szakosztályi javaslatok megfeleltek a feltételeknek.

Kéri azonban a szakosztályok vezetőit, hogy a jövőben a Szent Borbála-érem ki-

tüntetések előterjesztésében nagyobb hangsúlyt fektessenek a jelölt évtizedek alatt kifejtett kiemelkedő szakmai teljesítményének ismertetésére és a megküldött adatlap pontos kitöltésére.

A választmány a szakosztályok javaslata alapján egyhangúlag jóváhagyta az Érembizottság előterjesztését a Szent Borbála-érem kitüntetésekre (V. 24/2009. 10. 22. sz. határozat).

3. Tájékoztató a 13. európai bányász-kohász találkozó szervezéséről

A választmány tagjaihoz eljuttatott írásos tájékoztatóhoz *Erős György*, a szervezőbizottság társelnöke fűzött szóbeli kiegészítést.

A hozzászólások sorában dr. Pataki Attila javasolta, hogy a 13. európai Knappentagot illesszük be a bányász-kohász-erdész találkozók sorába, és a tagok erről kapjanak tájékoztatást. *Katkó Károly* javasolta, hogy a soproni Bányászati Múzeumon kívül az Öntödei Múzeum is készítsen kiállítást. *Tóth János* javasolta, hogy az egyesület által lefedett szakmákat a múzeumok mutassák be. *Morvai Tibor* szerint a kétevente bányász-kohász-erdész találkozóra járók most a Knappentagon fognak találkozni.

Dr. Tolnay Lajos elnök összegezte a hallottakat és kiegészítette azzal, hogy kb. 1 500 főnyi magyar résztvevőre számíthatunk, mert az erdészek is ekkor tartják a szokásos vándorgyűlést éppen Pécsen. A szervezés állásáról a választmány folyamatos tájékoztatást kap, amit a szakosztályok vezetői továbbítsanak tagjainknak.

4. Felkészülés a 2010. évi tisztújításra (idő-ütemterv)

A napirendi pont előterjesztője, Kovacsics Árpád főtitkár elmondta, hogy a rendezvények megszervezése ugyanarra a stábra nehezedik. A Knappentag és a küldöttgyűlés összefügg. A tapasztalatok szerint mintegy ötórás küldöttgyűlést csak valaminek a kárára lehetne megszervezni, ezért 2010-ben két külön funkcióval rendelkező küldöttgyűlést javasol, ami szabályszerű, de nem általános. Az egyesületi alapszabály szerint ez kivitelezhető. A Selmebányán tartandó 100. tisztújító küldöttgyűlés vállalható és szavazóképes is lesz. Tervezett időpontja 2010. szeptember 10-én 11-16 óra között. A szakosztályoknak és a jelölőbizottságnak a selmebányai küldöttgyűlés jó előkészítése érdekében egész nyáron ak-

tívniuk kell lenniük. Választmányi ülést júniusban és várhatóan augusztus 20-a körül is kell tartani. A küldöttek számának és személyének meghatározásához a szakosztályoknak 2009. november 20-ig tisztázni kell létszámukat, aminél nem a tagság leépítése a cél.

ütemtervet (V. 25/2009. 10. 22. sz. határozat). (A határozat alapján készült ügyvezető igazgatói levelet 2009. 5. számunkban közöltük. Sajnálatos módon két rossz dátum maradt a levélben, amiért tagtársaink elnézését kérjük. Szerk.)

Határidők	Teendők
2009. november 20.	Az egyéni tagdíjak rendezésének határideje.
2009. december 1.	Az OMBKE tikársága írásban közli a szakosztályokkal és a helyi szervezetekkel az érvényes egyesületi tagsággal rendelkezők számát, és az alapszabály alapján számított egyesületi küldöttgyűlési küldöttek számát.
2009. december 20-ig	A taglétszámok alapján a választmány jóváhagyja a tisztújító küldöttgyűlésre szakosztályonként delegálható szervezeti jogú küldöttek számát.
2010. január 31-ig	A szakosztály-vezetőségek megválasztják a 3-5 tagú szakosztályi jelölőbizottságot és annak elnökét.
2010. január 31-ig	A szakosztálytitkárok megadják a helyi szervezetek tisztújító taggyűléseinek helyét és időpontját.
2010. február 28-ig	A szakosztály-vezetőségek a szakosztálytitkár előterjesztése alapján meghatározzák a szakosztályi küldöttgyűlés létszámkereteit.
2010. február 28-ig	A választmány jóváhagyja az egyesületi jelölőbizottság szakosztályok által delegált tagjait és kijelöli az egyesületi jelölőbizottság elnökét.
2010. március 31-ig	A helyi szervezetek a taggyűléseken megválasztják a helyi szervezetek vezetőségét (elnök, titkár, vezetőségi tagok) és a küldötteket a szakosztályi küldöttgyűlésre.
2010. március 31-ig	A szakosztályok vezetőségei az ügyvezető igazgatóval egyeztetve meghatározzák a szakosztályi küldöttgyűlések helyét és időpontját.
2010. április 10-ig	A helyi szervezetek új vezetőségének és küldötteinek névsorát a szakosztálytitkárok megküldik az ügyvezető igazgatónak.
2010. május 29-én	Az OMBKE 99. küldöttgyűlése Pécsen a jelenlegi szakosztályküldöttekkel.
2010. június 30-ig	A szakosztályi küldöttgyűlések megtartásának határideje.
2010. június 30-ig	A jelölőbizottság választmányi ülésen ad tájékoztatást munkájáról.
2010. augusztus 25-ig	Választmányi ülés a tisztújító küldöttgyűlés előtt.
2010. szeptember 10.	Az OMBKE 100., jubileumi tisztújító küldöttgyűlése Selmebányán az új szakosztályi küldöttekkel, megemlékezés a selmebányai oktatás 275. évfordulójáról.

A küldöttgyűlés előkészítéséhez kapcsolódó ütemterv fentebb látható.

A hozzászólások során *Katkó Károly* határidő-módosítást kért (mely átvezetésre került), míg *dr. Szabó Imre* a korábbi pártoló tagvállalatok megtartására és újabbak beszerzéséhez adott ötleteket. *Hajnal János* az elhunytak bejelentését hangsúlyozta.

A választmány egyhangúlag jóváhagyta a 2010. évi tisztújításra előterjesztett

5. Tájékoztató az Egyesület pénzügyi helyzetéről

Az előterjesztő Kovacsics Árpád főtitkár felhívta a figyelmet, hogy csak a befolyt összegből gazdálkodhatunk. Jelenleg még van tartalékunk, de ennek fedeznie kell a IV. negyedévi időarányos kifizetéseket. Nagyon szigorú költséggazdálkodást kell továbbra is folytatni. Az első három negyedévben 45,5 M Ft költség merült fel, 5 M Ft a

meglévő pénztartalékunk. Ebben az évben 2,8 M Ft egyéni tagdíjbevétele számítottunk, és még 3,5 M Ft jogi tagdíjnak is be kell érkeznie, amit az ISD DUNAFERR Zrt.-től, az ALCOA Kőfém-től, az Inotaltól, a MOTIM-tól, a FÉMALK-tól (már jelezte, hogy várják a számlát) és a MÖSZ-től várunk.

A 65 M Ft nagyságrendű bevételi tervben 12 M Ft-tal szerepel a tagdíj, 3,2 M Ft-ot kaptunk az APEH-től tagjaink SZJA felajánlásából, és 1,7 M Ft MTESZ támogatásra is számítottunk. Ezekon kívül pályázatokból és a Múzeum körüli ingatlan bérbeadásá-

ból van bevételünk. Az MTESZ székház eladása megtörtént, de jogi problémák miatt késik a vételár kifizetése.

6. Egyebek

Kovacsics Árpád főtítkár arról tájékoztatta a választmány tagjait, hogy a Bányászati Szakosztály kezdeményezésére az egyesület ismét rendel zöld színű bányásznyakkendőket, várhatóan 3 000 Ft/db áron. *2009. november 30-ig az OMBKE titkárságán (ombke@mtesz.hu) lehet jelezni a*

igényeket. Amennyiben a kohász szakosztályok között megegyezés születik, és bordó színű nyakkendő igényüket írásban leadják, a fenti határidő rájuk is vonatkozik. Mind a zöld, mind a bordó nyakkendőből minimum 300-300 db-ot kell rendelni, mert ez alatti igényt nem fogad el a gyártó.

Morvai Tibor vállalta, hogy az egyesületi tagokat érintő híreket a levelező listáján közzéteszi. Többen dicsérték őt eme hasznos tevékenységért.

Gombár Jánosné

Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának vezetőségi ülése

A 2009. október 20-án tartott vezetőségi ülés első napirendi pontjaként *dr. Hatala Pál*, az öntőnapok főszervezője a 20. magyar öntőnapok értékelése során egy sikeres rendezvényről számolt be, kiemelve, hogy az előadásokat elsősorban termelő vállalatok fiatal szakemberei tartották. A 151 résztvevő, köztük 11 országból 21 külföldi kolléga, a szekciókban tartott előadásokon kívül kerekasztal megbeszélésen is részt vehetett, melynek témája a NEMAK Kft. javaslatára a középfokú szakképzés volt. A hat kiállító cég közül négyen először jelentkezték a rendezvényen. A doktorandusz, és diákszekcióban hat előadás hangzott el, élénk érdeklődés mellett.

Megjegyezte, hogy a tapolcai helyszín kiváló körülményeket biztosított. A rendezvény jelentőségét növelte, hogy az első öntőnapokat kerekén 50 éve szervezte meg a szakosztály. A 20. magyar öntőnapok ajánlásait a BKL Kohászban közzéteszi, a rendezvény szponzorainak megnevezésével együtt. A következő öntőnapokat valószínűleg Győrben szervezzük.

Dr. Bakó Károly egyetértve a rendezvény értékelésével megjegyezte, hogy a külföldi vendégekkel a rendezvények alatt szervezettek foglalkozni: legyen megbízva egy szervező ezzel a feladattal.

Dr. Sándor József szakosztályi elnök indítványa alapján a vezetőség *dr. Hatala Pált*, *Katkó Károlyt* és *Szalai Attilát* a rendkívül sikeresnek ítélt lebonyolításért jegyzőkönyvi dicséretben részesítette.

Második napirendi pontként beszámoló hangzott el a jogi és az egyéni tagdíjak befizetésének helyzetéről. A beszámolót a titkár távollétében *dr. Sándor József* tartotta meg.

Elmondása szerint a jogi tagvállalatainknak 2009-ben 616 E Ft-ról adott számlát az Egyesület, eddig 565 E Ft befizetését regisztrálták. Egyéni tagdíjából 2008-ban

417 E Ft, idén eddig 367 E Ft folyt be. A tagdíjfizetési morál nem romlott, a helyzet a tavalyi évhez hasonló. Az év hátralévő részében kell a hiányzó befizetéseket pótolni, amelyre az ügyvezetés felhívja a helyi szervezetek és a tagvállalatok figyelmét. Az egyesület gazdasági vezetője kérésre fizetési listát ad, melyből a hiányzó tételek azonosíthatók. Továbbra is érvényes, hogy a helyi szervezetek a befizetett tagdíj 30%-át számla ellenében egyesületi rendezvények finanszírozására felhasználhatják.

A P-Metall Kft. nevében *Pordán Zsigmond* ügyvezető kifejtette, hogy cégük a jövőben jogi tagvállalati státuszt kér, és évi kb. 100 E Ft összeggel támogatja a szakosztályt. A NEMAK Kft. nevében *Fegyverneki György* felajánlotta, hogy megkeresi cégüknél a közvetlen támogatás módját.

Harmadik napirendi pontként jelenlévők egyhangúlag elfogadták az ügyvezetés javaslatát, mely szerint a szakosztály a Szent Borbála-érem kitüntetésre több évtizedes kitartó és hatékony munkája elismeréseként *Szombatfalvy Rudolfot* javasolja.

A szakosztály tartalmas szakmai életének megteremtése és kitartó, szakosztályhoz hű tevékenysége elismeréseként Öntészeti Szakosztályért Emlékplakett kitüntetés elnyerésére az ügyvezetés a jubiláló apci helyi szervezetet, *Katkó Károly* alelnököt és *Szende György* rovatvezetőt javasolta. Ezt az előterjesztést is egyhangúlag fogadta el a vezetőség. Felmerült még *dr. Hatala Pál* és *Szabó Richárd* jelölése az öntőnapokon nyújtott kiváló teljesítményük elismeréseként. *Szabó Richárd* a szekcióelnökök szavazata alapján az öntőnapok legjobb előadását tartotta.

Az Egyebek napirendi pont keretében *dr. Hatala Pál* a 2009. évi záró vezetőségi ülés 2010. januári összehívását javasolta, hivatkozva a vezetőség tagjainak sűrű rendezvé-

nyi elkötelezettségére. A javaslatot a vezetőség egyhangúlag elfogadta azzal, hogy az ügyvezetés időben értesíti a vezetőség tagjait a helyszínről és az időpontról.

Vida Zoltán, a csepeli helyi szervezet elnöke levélben értesítette a vezetőséget arról, hogy jelen helyzetében nem tudja el látni a maga által megkövetelt aktivitással feladatát, ezért választott tisztségéről lemond. Elismerve *Vida Zoltán* tevékenységét a jelenlévők egyhangúlag úgy döntöttek, hogy a szakosztály nem kooptál új tisztségviselőt a megüresedett helyre, hanem megbízza *Fodor Krisztina* titkárt, hogy lássa el az elnöki teendőket is a csepeli helyi szervezetnél a jövő év első felében esedékes szakosztályi választásokig.

Pordán Zsigmond arról adott hírt, hogy a Bányászati Szakosztály tatabányai helyi szervezete 2009. november 13-án jubileumi szakestélyt rendez Tatabányán, a szabadteri múzeumban, a szervezet fennállásának 50. évfordulója tiszteletére. A szakestélyen szívesen látnák az Öntészeti Szakosztály tagjait, ahonnan kb. 20 fő részvételére számítanak. A vezetőség több tagja jelezte részvételi szándékát (*Pivarcsi László* és a mosonmagyaróvári helyi szervezet több tagja, *Katkó Károly*, *Kozma Erzsébet*). Jelentkezni lehet *Pordán Zsigmond* alelnöknel a pmetal@pmetal.hu e-mail címen.

Az Öntödei Múzeum ünnepélyes keretek között 2009. október 16-án ünnepelte fennállásának 40. évfordulóját. *Dr. Lengyelné Kiss Katalin* ebből az alkalomból emléklapot és ajándékot küldött a vezetőség azon tagjainak, így *dr. Pilissy Lajosnak*, *dr. Hatala Pálnak*, *Pivarcsi Lászlónak*, *dr. Lengyel Károlynak*, *dr. Sohajda Józsefnek* és *Szalai Attilának*, akik az ünnepségen azt nem vették át.

Dr. Ládai Balázs

A dunaújvárosi alma mater előtt tisztelgő szakestély

November elején évről évre Móra gyűlnek össze a selmeci hagyományok követői, az akadémia valamely utódintézményében diákoskodók, hogy felidézzék a hagyományokat és újra találkozhassanak egymással. 2009. november 4-én az OMBKE Vaskohászati szakosztály Dunaújvárosi szervezete is képviseltette magát a rendezvényen, annál is inkább, mert a szervezők a dunaújvárosi képzést állították a figyelem középpontjába.

Immár öt éve annak, hogy néhányan, akik a selmeci akadémia valamely utódintézményében töltötték diákéveiket, megalapították az Autóiparos Firmák Ligáját Móra. Célul tűzték ki, hogy azok a több mint 270 éves hagyományok, amelyek túléltek háborúkat, politikai rendszereket, aktív közreműködésükkel tovább éljenek. A kirándulások, közös programok sorába illeszkednek a szakestélyek is.

A szakestek hangulatát idézendő, íme a meghívó szövege:

„Autóiparos Ligát alapító Firmák,
5. szakestélyüket az idén megtartják.
Mivel ők bölcssek, s a magányt nem bírják,
e szép eseményre barátikat hívják.
Érezd hát magadat emígyen tisztelve,
mert ez invit feczni felhív részvételre.
Kapsz ott sört, kenyeret, zsírt, no meg jó hagymát,
persze manapság ezt nem ingyen adják.
Amit fizetned kell mindezen sok jóéért,
no meg díszes dunaújvárosi korsóéért,
az 2400 forint, meg az emelt ÁFA,
így összesen 2 999 forint a belépés ára.
Élhetsz e jogoddal Szent András havakor,
Lénárd neve napján este 7 órakor.
A Zimmermann menzán Mór városában,
elkészést mellőzve, ünneplő gúnyádban.
Töltsünk el hát együtt egy-két vidám órát,
ápoljunk hagyományt, daloljunk sok nótát.
Tegyük mindezt méltón elődeinkhez,
betartva szakesten előírt rendet!
Jó szerencsét!
Major Domus és Praeses,,

Az úgynevezett „komoly pohár” köszöntőt *dr. Hári László*, a Dunaújvárosi Főiskola Anyagtudományi és Gépészeti Intézetének főiskolai tanára mondta el az ország különböző pontjairól egybegyűltek előtt, akik többek között Mosonmagyaróvárról, Győrből, Inotárról, Székesfehérvárról, Oroszlányból, Budapestről és Dunaújvárosból érkeztek.

Idézet a beszédből: „A selmeci-soproni szellem mai örökösei a miskolci és a soproni egyetemeken, illetve a székesfehérvári és a dunaújvárosi főiskolán végzik munkájukat... A Selmeci Akadémia alapítói időben felismerték a kor kényszerítő parancsát, vagyis az ipari szükségletek kielégítéséhez és felfuttatásához szükséges képzett emberfők megteremtésének szükségességét. Jellemző volt az akadémia oktatására a gyakorlatiasság... A professzorok java része az iparból jöve természetesnek vette, hogy tudását a montánszakmák gyakorlati fejlesztésének szolgálatába állítja, akár tantárgyfejlesztés, kohóműtervezés vagy termékkorszerűsítési témában. Jellemző volt továbbá a

selmeci közösségre, hogy a tanárok és diákok hazafias szellemet alakítottak ki, Magyarország javára tanultak, dolgoztak és küzdöttek az 1848/49-es szabadságharcban. Az akadémia jellemzője volt a szolidaritás, amely napjainkban is élő hagyomány. Az előadások nyelve egyszerre volt nemzeti és nemzetközi, mivel itt keveredett a monarchia minden nemzetisége... Az együttélés nyelve multikulturális jellegű volt, amely a természetes diákkori rivalizáláson túl megvetette a későbbi együttműködés nemzetközi alapjait is.

Nézzük meg, hogy a fenti hagyományok és a közelmúlt tükrében miként alakult a selmeci szellem és a montán szakmák ápolása a Dunaújvárosi Főiskolán! Dunaújvárosban a felsőfokú technikum első végzős évfolyamától számítva 1966-ban szereztek először felsőfokú kohász oklevelet. A képzés az elmúlt 43 év alatt számos szakirányban folyt: kohógépész, vas- és fémkohász, öntő, képlékenyalakító, gyártmányellenőrző ágazatokban. Napjainkig a kiadott diplomák száma eléri a 2 000 darabot.”

A hozzászóló kitért az oktatás és a gazdaság kapcsolatának változására, a műszaki képzés háttérbe szorulására: „Az egyre kisebb létszámú hallgatóságot már csak a kohász és anyagmérnök szakmában képezzük, számos magas színvonalon művelt tárgy szűnt meg a nyugdíjba vonuló tanár távozásával.”

Az oktatás színvonalának csökkenését több tényezőre vezette vissza: „...az egyébként szeretnivaló fiatalok...középszkolai képzettsége általában alacsonyabb, tanulási kedvük pedig az egyre kisebb követelményt támasztó tanulmányi és vizsgaszabályzat alsó léccállásához igazodik. Tulajdonképpen megbukni sem lehet, és a tanulmányi időt így átlagosan mindenki meghosszabbítja. Ennek eredménye az oktatási színvonal kényszerű – egyébként országosan megfigyelhető – csökkenése.”

Szerencsére azért optimizmusra is van okunk: „A hallgatói önkormányzat kezébe került hagyományápolás soha nem látott színvonalra emelkedett. Firmáink az elsőévesek balekoltatásán kívül szervesen kapcsolódnak az OMBKE munkájába, rendezvényeket szerveznek, hagyománnyá tették a selmecebányai túrákat.

A selmeci hagyomány életrevalóságának napjainkban kimagasló eseménye azonban egy történelmi győzelem. Tudvalevő, hogy főiskolánkon honos szakok mindegyike igyekezett megteremteni a saját hagyományát. A kohász-gépész rivalizálás végére pontot lehetett tenni. Az utóbbi időkben megállapodás született, hogy valamennyi dunaújvárosi szak magáénak ismeri el a selmeci hagyományokat, a kohásztól a gépészig és a gazdaszig a főiskolán most mindenki Jó szerencsét!-tel köszön. A selmeci hagyományok tehát teljes győzelmet arattak, csak kohász is legyen hozzá.”

A házigazdák filmmel is készültek, nem kis meglepetésünkre a sztálinvárosi beruházásról és az egykori Kerpely Technikumról, a felsőfokú technikumról, majd a Miskolci Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Karáról, illetve az éppen tíz esztendővel ezelőtt önállósult Dunaújvárosi Főiskoláról láthattunk dokumentumfilmet. Mi dunaújvárosiak kihúztuk magunkat, meghatódva és megtiszteltetve ültünk a szakest résztvevői, az akadémia utódintézményei kohász, anyagtudományi és bányász végzősei között. Köszönjük móriak! Jó szerencsét!

 Szent Tünde

A Magyar Tudomány Ünnepe és az MTA-MAB-díjak átadása

2009-ben tizenharmadik alkalommal ünnepeltük a Magyar Tudomány Napját, amelynek alkalmából a korábbi évek gyakorlatához hasonlóan novemberben a magyar tudomány jeles képviselői az ország különböző helyszínein – egyetemeken, főiskolákon, kutatóintézetekben, múzeumokban – mintegy 400 előadást tartottak legújabb kutatási eredményeikről.

A Magyar Tudományos Akadémia 1997 óta emlékezik meg a jeles napról. Az Országgyűlés 2003-ban nyilvánította november 3-át hivatalosan is a Magyar Tudomány Ünnepevé, azt a napot, amelyen 1825-ben *Széchenyi István* birtokainak éves jövedelmét ajánlotta fel a tudós társaság megalapításának költségeire.

A Magyar Tudomány Napját 1997-ben rendezték meg először, ami egész hónapos eseménnyé nőtte ki magát. Az MTA Miskolci Területi Bizottsága ez alkalomból az egyes szakmák jeles képviselőit kitüntetéssel jutalmazta. Elismerte azokat a fiatalokat is, akik az elmúlt években kimagasló tevékenységet végeztek a tudomány egy-egy területén. Az új eredmények bemutatásán túl a Magyar Tudomány Napjának az is célja, hogy a legfrissebb ismeretanyagok eljussanak az egyes tudományterület iránt érdeklődő közönséghez.

Dr. Fegyverneki György okl. kohómérnök, a NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft. programirányítási és folyamatfejlesztési vezetője az MTA Miskolci Területi Bizottsága Tudományos Díját kapta, melyet *dr. Lakatos István*, a MAB elnöke és *dr. Barkóczy István*, a FUX ZRt. tulajdonos-vezérigazgatója adott át (1. kép). <http://minap.hu/news.php?extend.17389.5>



■ 1. kép. Dr. Fegyverneki György (jobbról) átveszi kitüntetését

Fegyverneki György már nappali tagozatos hallgató korában aktív kutatómunkát végzett a Miskolci Egyetemen a Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai és Öntészeti Tanszékén, amit bizonyít a pályázaton elnyert németországi ERASMUS tanulmányút is. Tanulmányai során két alkalommal nyerte el a tanulmányi emlékérem ezüst és bronz fokozatát, 1999-ben pedig első kitüntetettje volt a Duna-ferr-díjnak.

A tanszéki oktatómunkába már demonstrátorként bekapcsolódott. Diplomamunkája jeles minősítésű volt. A doktori képzésben az üzemi szakmai munka mellett vett részt, a képzési követelményeket három éven belül teljesítette. Kutatási eredményeit a hazai és nemzetközi szakmai konferenciákon rendszeresen bemutatta és publikálta. A PhD fokozat megszerzése után a munkahelyén fejlesztési

vezetőként hasznosítja kutatási ambícióit. A munkája során elért műszaki-tudományos eredmények alapján benyújtott pályázatával a Magyar Öntészeti Szövetség 2006 májusában MÖSZ-díjjal jutalmazta tevékenységét.

Tudományos munkájában következetes és hiteles. Fiatal munkatársait mind szakmailag, mind emberileg segíti, s tapasztalatait nagy lelkesedéssel adja át. A Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének munkájában üzemi szakemberként vesz részt. Tantárgyjegyzője a Fémöntészet MSc öntészeti szakirányos tárgynak. A NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft. és a Miskolci Egyetem kutatási együttműködésének felelős vezetője, ezen keresztül is segíti az egyetemi kutatási eredmények üzemi hasznosítását.

■ MÚZEUMI HÍREK

I. ózdi ipartörténeti konferencia

Az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre szervezésében az Ózdi Művelődési Intézmények és a Városi Múzeum támogatásával a SPÁL Kft. házigazda és szponzor szerepe mellett 2009. november 16-án a nem

régén felújított Ózdi Olvasóban megtartott az I. ózdi ipartörténeti konferenciát.

A konferencia az egykor a környező falvakig elhallatszó gyári duda hangjára, *Benyhe László* elnökletével, a Bányász-

himnusz meghallgatásával kezdődött. *Dr. Bárczi László* a Baráti Kör nevében többek között az alábbi szavakkal nyitotta meg a konferenciát:

„...Felvállaltuk – más civil szervezetek-

kel összefogva – a mindinkább ködbe vesző bányász-kohász kulturális hagyományok megőrzését és népszerűsítését; az ezeket megtestesítő, ma még fellelhető ipari emlékek, tárgyak, épületek, berendezések felkutatását, számbavételét; a térségünkben létrejött ipari társadalom szociológiai kutatását, értékeinek megőrzését, ma már talán az utolsó pillanatban. Feladatunknak tartjuk a mindezekhez szükséges feltételek megteremtéséhez javaslatok elkészítését, és azt, hogy ezek megvalósításához lehetőségeink szerint mi is mindent megtegyünk. Szeretnénk ismét hallani a messze hangzó gyári dudát, ahogyan egykor szólt, és amikor a környező falvakban is ahhoz igazították az órákat. Szeretnénk, ha újra méltó helyen állna a remek martinász emlékmű, és végre állna emlékmű a több mint százötven év során a kohászatban balesetben elhunyt áldozatok emlékére. Mindezekkel, és még sok más tervünkkel a célunk az is, hogy városunk és térsége mihamarabb az UNESCO támogatásával létrehozott Közép-európai Ipari Örökség Útja egyik jelentős, sikeres állomása lehessen, s így bekerüljünk a nemzetközi kulturális turizmus áramlatába, büszkén vállalva múltunkat, hagyományainkat...”

A konferenciát köszöntötte *Pappné Szalka Magdolna*, a rendezvénynek támogatást és helyet adó Ózdi Művelődési Intézmények igazgatója, aki bemutatta a megújult Olvasót, az abban folyó tartalmas munkát, ami kapcsolódik a gyárhoz, a bányász-kohász múlthoz, a Baráti Kör céljaihoz.

A továbbiakban színvonalas, nívós előadások hangzottak el. Ennek keretében *Dobossy László*, a Városi Múzeum igazgatója a vas- és acélgégyártás gömöri emlékei-



■ 1. kép. Marczis Gáborné dr. előadását tartja

ről szólt, képeken mutatva be az eredeti és a jelenlegi felvidéki állapotokat. *Mikó Attila*, a farkaslyuki bányászüzem nyugalmazott igazgatója az ózdvidéki szénbányászatról, annak emlékhelyeiről tartott előadást.

A szünetet követően *Póczos József*, az ÓAM Kft. igazgatója a jelenbe vezette a mintegy 70 fős hallgatóságot, bemutatva az acélgégyártás sikereit és fejlesztési lehetőségeit. *Marczis Gáborné dr.*, a Magyar Vas- és Acélpári Egyesülés igazgatója a magyarországi acélgégyártás helyzetéről, szerepéről, az iparág kilátásairól szólt a legfrissebb statisztikai adatokat és egy, a közelmúltban lezajlott világkonferencián elhangzottakat felhasználva (1. kép).

Fürjes Pál házigazdaként bemutatta a SPÁL Kft. tevékenységét, ismertette a forgácsolásban és a fémszerkezetgyártásban elért európai színvonalú munkájukat, és

javaslatot tett az Ipari Parkon belül egy műemlék épület rendbetételére és hasznosítására.

Dr. Drótos László, a Közép-európai Ipari Örökség Útja Egyesület alelnöke méltatta a konferencia előkészítését, a színvonalas előadásokat. Elismerte, de kritikával is illette a városban végzett ez irányú munkát. Hangsúlyozta, hogy Ózdnak minden adottsága megvan arra, hogy Közép-Európában az iparág történetét bemutató fellegvár legyen.

A konferenciát – a kongresszusi előkészületek jelentette elfoglaltsága miatt – írásban köszöntötte a Vasas Szakszervezeti Szövetség elnöke, és telefonon a Bányász Szakszervezeti Szövetség elnöke.

A közel háromórás összefoglaló a kohászhimnusz hangjaival zárult.

👉 **Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre**

■ KÖSZÖNTÉSEK

95. születésnapját ünnepelte

Dr. Patay Pál Budapesten született 1914. december 8-án. A budapesti Lónyay utcai Református Gimnáziumban 1932-ben érettségizett. A debreceni Gazdasági Aka-



démián 1935-ben okleveles gazda diplomát szerzett, majd a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészeti Karán régészetet hallgatott. Tanulmányi eredményei alapján 1940-ben „sub auspiciis gubernatori” avatták doktorrá, azaz a Kormányzó aranygyűrűjével.

1939-től 1949-ig tanársegéd volt az egyetem Ősrégészeti Tanszékén, közben mint tartalékos tüzér hadapród őrmester részt vett 1938-ban a felvidéki, 1939-ben a kárpátaljai, 1940-ben, mint zászlós, az

erdélyi bevonulásokon. Kéthónapos frontszolgálat után, Buda ostromakor mint hadnagy esett szovjet hadifogságba, ahonnan 1947-ben bocsátották haza.

1950-ben a balassagyarmati Palóc Múzeum régész-muzeológusa lett. 1957-ben, mint ősrégész, a Magyar Nemzeti Múzeumba helyezték, ahonnan 1982-ben osztályvezető-helyettesként vonult nyugdíjba, de még fél munkaidőben tovább szolgált 1988-ig. 1993 júliusában reaktiválták, és 1995 februárjáig a múzeum főigaz-

gatósága tudományos tanácsadóként vette igénybe szolgálatait.

Mint régész, főként a rézkor (Kr. e. 4. évezred) kérdéseivel foglalkozott, a hazai őskori öntött rézeszközökről szóló monográfiáját Németországban adták ki.

Nógrád megyei szolgálata idején terelődött a figyelme a harangok felé, amikor is Nógrádszakálban rátalált egy 1523-ban öntött, még működő harangra. Hazánkban hosszú ideig ő volt az egyetlen, aki harangtörténeti kutatásokkal foglalkozott. Megmászva kb. 1200 templomtornyot, haranglábat, személyesen jegyezte fel mintegy 3500 harang legfontosabb adatait. Kutatásait kiterjesztette a három nagy egyház több püspöki levéltárára, plébániák és parókiák irattári anyagára, vagyis a már nem létező harangokra is. Így jutott mintegy 20 000 hazai és Kárpát-medencei harang adatahoz.

Gyűjtésének anyagát az Öntödei Múzeum számítógépre vitte, így ez a páratlan adatbázis a kutatók és érdeklődők számára hozzáférhető lett.

A nógrádi, szatmári és beregi harangokról szóló tanulmányai mellett 1977-ben látott napvilágot a Régi harangok c. könyve. 1989-ben Corpus campanarum antiquarum Hungariae címmel az 1711 előtti harangjainkról és harangöntőinkről, 2009-ben pedig a zempléni harangokról jelent meg könyve.

Nevéhez fűződik több rézkori temető és az egy hektár kiterjedésű tiszalúci rézkori telep feltárása, amely az egyetlen teljesen feltárt telep nem csak Magyarországon, hanem az egész Kárpát-medencében. Ő volt az, aki társaival együtt mintegy 1200 km terepbejárással kutatta a rejtélyes Csörsz- és Ördög-árkokat. Államközi csereegyezmény keretében 1971-ben és 75-ben többhónapos kutatóúton ill. ásatáson vett részt Algéria Ráktértőtől délre eső szaharai részében.

Az Union International des Sciences Proto- et Préhistoriquesnek 1948-tól rendes, 1984-től tiszteleti, a Deutsches Archäologisches Institutnak levelező, a Deutsches Glockenmuseum auf Burg Greifenstein tudományos tanácsának rendes (az egyetnek tiszteleti) tagja. 1997-től megbecsült tagja egyesületünknek is.

A Magyar Régészeti és Művészettörténeti Társulat 1943-ban Kuzsinszky Bálint, 1978-ban Rómer Flóris-, a Múvelődési Minisztérium 1980-ban Móra Ferenc-, a Magyar Nemzeti Múzeum 1994-ben Széchényi

ny Ferenc-, a Város- és Faluvédők Szövetsége 2006-ban Podmaniczky Frigyes-éremmel tüntette ki. 2004-ben a Magyar Köztársaság Érdemrend lovagkeresztje kitüntetés tulajdonosa lett.

90. születésnapját ünnepelte

Altnéder János okl. kohómérnök 2009. október 18-án töltötte be 90. életévét. Régi bányász, kohász és erdész családból származik. Anyai dédapja *Adriányi János* bánya- és erdómérnök volt, többek között a selmecebányai akadémia tanáraként dolgozott. Nagypapja *Adriányi Antal* erdómérnök volt. Édesapja, *Altnéder Ferenc* Selmecebányán végzett fémkohász volt, szakmájának elismert szakembere. János fia szintén kohómérnök, 1970-ben Miskolcon végzett.

Altnéder János egyetemi tanulmányait a Soproni Egyetem Kohómérnöki Karán 1937-ben kezdte el, és 1942-ben szerezte meg oklevelét. 1942 és 1954 között az Ózdi Kohászati Üzemekben dolgozott mint acélművi üzem mérnök és gázgenerátor-üzemvezető. 1954-ben a Dunai Vasműbe helyezték át, ahol főenergetikus és tüzeléstechnikai osztályvezetői beosztásokban tevékenykedett 1974-ig. 1974-től a Kohászati Gyárépítő Vállalat tervezési főmérnökségének szaktanácsadója. Innét ment nyugdíjba 1980-ban. 1986-tól 1990-ig az Energiagazdálkodási Intézet nyugdíjas szakértője.

Munkája során egész életében az energiagazdálkodás és a tüzeléstechnika területén dolgozott. Kedvenc témája volt az ipari kemencék energiafogyasztásának csökkentése. Számos cikke jelent meg a BKL Kohászati Lapokban, valamint jegyzetei jelentek meg a középfokú oktatás és a mérnöktovábbképzés területén.

Többször részesült Kiváló Dolgozó és Kiváló Újító kitüntetésekben. Munkája mellett az ózdi technikumban és a miskolci egyetem esti tagozatán, Dunaújvárosban pedig a középfokú technikumban és a műszaki főiskolán tüzeléstant és kemenceépítést tanított.

Egyesületünknek 1956 óta tagja.

Várszegi Zoltán okl. kohómérnök 1919. október 21-én Ózdon született. Középiszkolai tanulmányait a ciszterci rend egri



gimnáziumában végezte. Kohómérnöki oklevelét a Műegyetem soproni karán szerzett, majd a Miskolci Egyetemen kapott második diplomát.

Pályafutását az Ózdi Kohászati Üzemek nagyolvasztó üzemében kezdte nagyüzemi üzem mérnöként, majd mint gyár részleg vezető-helyettes vett részt az üzem fejlesztési, korszerűsítési és irányítási munkáiban. Később a gyár fejlesztési főosztálya osztályvezetőjeként a kohóüzem 20 éves fejlesztési koncepcióját dolgozta ki. 1963-ban a KGM Vaskohászati Igazgatóságára helyezték, ahol termelési osztályvezetőként a vállalatok kooperációs és értékesítési kapcsolatainak szervezésével foglalkozott.

1968-tól a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés főosztályvezetője, az igazgatótanács titkára.

Nyugdíjasként 10 évig a Vasipari Kutató Intézetben dolgozott, ahol elsősorban egyes kutatások gazdaságossági vizsgálatával, szakértői állásfoglalások kidolgozásával foglalkozott.

Egyesületünknek 1950 óta tagja. Volt vezetőségi tag, a nyersvasgyártó szakcsoport elnöke, s a nyugdíjas klub működésének aktív támogatója, szervezője.

Munkásságát mind szakmai, mind egyesületi téren számos kitüntetéssel méltányolták.

80. születésnapját ünnepelte

Fogarasi Béla aranyokleveles kohómérnök 1929. november 17-én született. A Nehézipari Műszaki Egyetemen 1949-ben kezdte meg tanulmányait, s 1953-ban szerzett fémkohómérnöki oklevelét. Hallgatóként az Elemző Kémia Tanszéken demonstrátor, majd a következő két évben a Fémkohászati Tanszéken tanársegéd volt.

1955-től nyugdíjazásáig Apcon dolgozott, 1957-ig a Fémtermia Vállalat főtechnológusaként, majd közel tíz évig főmér-



nökeként. A cég profilváltása után a Qualital kutatómérnöke, vezető kutatómérnöke, 1987-től főtanácsosa. Munkája során foglalkozott a timföldgyári lúgok jellemzőivel, az úrkúti hidrociklonozási meddő felhasználhatóságával, ferroötvözetek gyártásával, fémek (magnézium, mangán, króm, vanádium) kísérleti és félüzemi előállításával. Bevezette a nagy titántartalmú ferrotitán és a ferronikkal hazai gyártását, a korábban hányóra került vanádiumsalak elektrotermikus feldolgozását. Közreműködött a sínhegesztőpor importot kiváltó hazai gyártásának megszervezésében.

Megindította Apcon az alumínium kockaöntést. Foglalkozott a különösen pontos és hosszú élettartamú öntőszerszámokkal, az ellennyomásos öntéssel, a folyékonyfém adagolókkal, az öntészeti ötvözetek minőségének javításával stb. Társaival bevezette az alumíniumdara centrifugális előállítását, a kis méretű dezoxidációs tömbök és a granália (BNV-díjas termékek) gyártását. Számos pályázat nyertese, szolgálati szabadalmak résztulajdonosa.

1989-ben, 40 éves szolgálat után vonult nyugalomba. Azóta vállalatattörténettel, valamint néhány kis olvadáspontú ötvözhulladék olvasztásának és raffinálásának problémájával foglalkozott.

Munkájáért Kiváló Műszaki Dolgozó, Kiváló Dolgozó, a Kohászat Kiváló Dolgozója és Munka Érdemrend ezüst fokozata kitüntetésekben részesült.

Egyesületünknek 1968 óta tagja. Az apci helyi csoport egyik alapítója, tíz éven át titkára. Munkája eredményeként a csoport taglétszáma a nyolcvanas években meghaladta a 100 főt.

Az egyesületi rendezvényeken tartott előadásai, lapunkban megjelent publikációi növelték szakmai elismertségét. A közelmúltban fejezte be a 35 éves apci helyi szervezet történetének megírását és a még fellelhető dokumentumok összegyűjtését.

Egyesületi munkájáért Soltz Vilmos-émlékérem, MTESZ Központi Elismerő Oklevél, Fazola Henrik-émléklap, Centenárium-émlékérem és OMBKE-émléklapok kitüntetésekkel kapott.

Az utóbbi években gyári és személyi dokumentumok gyűjtésével foglalkozik, amelyeket az Öntödei Múzeumnak kíván ajándékozni.

Szalay Géza okl. kohómérnök 1929-ben Sopronban született. Itt végezte középiskolai és egyetemi tanulmányait is, oklevélét 1952-ben szerezte meg. Első munkahelye a Kőbányai Alumínium Hengermű volt, ahol 1957-ig üzemmérnökként, majd üzemvezető-helyettesként dolgozott az öntödében, üzemvezetőként a szalag- és fóliahengerműben.



1957-től 1961-ig a Vaskohászati Kémenceépítő Vállalatnál kooperátor és létesítményfelelős, majd építésvezetője az ÓKÜ I. és IV. számú nagyolvasztók rekonstrukciós átépítésének, a VI. számú mélykémence kivitelezésének, a Dunai Vasmű I. számú kohó rekonstrukciójának és a II. számú kokszolóblok beruházási, építési munkálatainak.

1961-től a Dunai Vasműben dolgozik, ahol részt vesz a Hideghengermű indításának előkészítésben, az első profilhajlító gépsor és a spirálcsőgyártó gépegységek üzembe helyezésében.

1965-től a Hideghengermű gyáregység vezetője, majd a hengerművek összevonása után a Hideghengermű főmérnöke. Irányításával helyezik üzembe a különböző berendezéseket, felügyeli a termelés felkutatását és sikeres stabilizálását.

1971-től, mint a termelési főmérnökség főmérnök-helyettese, a vállalati exporttermelést irányítja, majd a termelés és értékesítés tervezés a feladata. Az MTA SZTAKI és a Dunai Vasmű közös fejlesztési társaságának igazgatója, irányításával dolgozzák ki a vállalat első számítógépes termelésirányítási és programozási rendszereit. 1998-tól nyugdíjba vonulásáig termelési főmérnök.

Szakmai tevékenységét számos vállalati, ágazati, egyesületi és állami kitüntetéssel ismerték el.

Kisebbségi tagsággal 1950 óta tagja egyesületünknek. 1973-tól 1977-ig a dunajvárosi helyi csoport titkára, 1974-től 1980-ig az MTESZ városi IB titkára és a Fejér megyei elnökség tagja.

Nyugdíjas éveiben tanulmányokkal, elemző vizsgálataival segíti a DUNAFERR logisztikai rendszerének átalakítását. 1993 és 98 között szaktanárként működik közre a felsőfokú termelésirányítási szakemberképzésben. A legutóbbi években a család és az unokák körében tölti idejét.

Dr. Szegehegyi Árpád aranyokleveles kohómérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, 1929. december 24-én született Sopronban. Középiskoláit a soproni Evangélikus Líceumban végezte. Kohómérnöki oklevélét 1952-ben szerezte meg Sopronban.

Ezt követően aspiránsként három évet töltött az időközben Miskolcra települt Nehézipari Műszaki Egyetem Általános Géptan Tanszékén. A műszaki tudomány kandidátusa címet 1957-ben kapta meg „Ilgner hajtások elektrotechnikai és technológiai vonatkozásai” című disszertációja alapján.



1955-1959 között a Diósgyőri Kohászati Művek hengerműveiben dolgozott technológusként. 1959-ben a Dunai Vasműben helyezkedett el, ahol az akkor üzembe helyezett meleghengermű technológiáinak kidolgozásával, gyártás-, gyártmány- és távlati fejlesztési kérdéseivel foglalkozott.

1971-től 1990-ben történt nyugdíjba vonulásáig a Vasipari Kutató Intézetben dolgozott. Mint a Képlékenyalakítási Osztály vezetője, majd tudományos tanácsadója, irányította az Alakítástechnológiai kutatások központi programból a Vaskutra háruló, valamint a főleg a vaskohászati vállalatok részére végzett, a gyártmány- és gyártásfejlesztéssel és minőségjavítással kapcsolatos kutatásokat.

Egyesületünknek 1960 óta tagja. Megalakulása (1972) óta tagja volt a hengerész szakcsoportnak. Főállása mellett, majd nyugdíjba menetelét követően is, sok éven át tevékeny részt vállalt a szakirányú felsőfokú oktatásban és a tudományos életben. Másodállásban, ill. meghívott előadóként oktatott a Miskolci Egyetemen és a Dunajvárosi Főiskolán. Számos diplomamunkának, egyetemi doktori, kandidátusi és tudományos doktori disszertációnak volt bírálója, a bíráló és a vizsgáztató bizottságoknak tagja. Ilyen irányú tevékenységének elismeréseként 1979-ben címzetes egyetemi docens címet kapott. Az MTA több tudományos bizottságának volt a tagja.

Szakmai és tudományos munkásságának eredményeit számos hazai és külföldi folyóiratokban megjelent szakkikben publikálta, ill. adta elő hazai és külföldi konferenciákon.

75. születésnapját ünnepelte

Dr. Klug Ottó okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok kandidátusa 1934-ben született Budapesten. 1958-ban a Veszprémi Vegyipari Egyetemen szerezte meg elektrokémia szakos oklevelét, és ennek birtokában 1973-ig dolgozott a Fémipari Kutató Intézetben, előbb az elektrometallurgiai, majd a vegyészeti és timföld technológiai osztályon, 1968-tól tudományos főmunkatársként.



Közben 1962-1966 között levelező aspirantúrán a Leningrádi Lenzovjet Technológiai Intézetben megszerezte a kandidátusi fokozatot, 1965-ben pedig a Veszprémi Vegyipari Egyetem műszaki doktorrá avatta. 1973-ban áthelyezték a Magyar Alumíniumipari Tröszt-höz, ahol a műszaki fejlesztés főmérnökeként mintegy 12 évig, majd a kereskedelmi igazgatóságán dolgozott 1993 végén történt nyugdíjba vonulásáig.

Mint nyugdíjas, több éven át segítette az OMBKE munkáját, részben mint az egyesület könyvtárosa. 1996-97-ben a Ferroglobus Rt.-nél dolgozott privatizációs munkákban. 1999-től 2009-ig az Országos Műszaki Múzeum Öntödei Múzeum könyvtárosaként tevékenykedett.

K+F munkájában több analitikai eljárás kifejlesztésében, majd az alumínátlúgolatok oszcillometriás üzemi mérésének kidolgozásában vett részt aktívan. A későbbiekben az alumíniumipari vertikum műszaki-fejlesztési tevékenységében számos szakterület munkáját támogatta.

Résztevője volt a KGST Fémkohászati Állandó Bizottságán belül működő Timföld-alumíniumgyártási Tudományos-műszaki Tanácsnak, majd a MAT-Mansfeld Kombinát (NDK), ill. a MAT-Kovahute (CSSZSZK) együttműködésének titkári teendőit látta el.

Szakmai munkáját öt könyv megírása, ill. szerkesztése, továbbá mintegy 200 közlemény és 12 szabadalom (melynek társtulajdonosa) dokumentálja. Múzeumi munkájával kapcsolatban 19 közleménye jelent meg.

Találmányaiért a Kiváló Feltaláló érem ezüst, majd arany fokozatával jutalmazták. Mintegy tíz éven át az MTA Kémiai

Osztálya elektroanalitikai munkacsoportjának tagja volt.

Az OMBKE-nek 1958 óta tagja, 1990 óta a BKL Kohászat szerkesztőbizottsági, majd szerkesztőségi (rovatvezetői) munkáiban, valamint a székesfehérvári „A mi múzeumunk” című lap szerkesztésében is részt vesz. Egyesületi könyvtári munkájáért emlékplakettel jutalmazták, tagságáért a Sóltz Vilmos-emlékérmét kapta meg.

70. születésnapját ünnepelte

Bucsi László 1939. november 18-án született Seregélyesen. 1958-ban érettségizett a dunaújvárosi Kerpely Antal Kohóipari Technikumban, 1967-ben felsőfokú gépgyártás-technológus oklevelet, 1973-ban pedig üzemmérnöki oklevelet szerzett.

Munkáját 1958-ban laboránsként kezdte a Dunai Vasműben, majd különböző területeken minőségi ellenőrként dolgozott 1964-ig háromszakos munkarendben. Ezután a termelési és értékesítési vonalon volt előadó, később a termelési főmérnökségen osztályvezető, 1977-1992 között pedig értékesítési osztályvezető.



Munkába állása óta folyamatosan tanult, ennek, valamint szorgalmának köszönhető a töretlen fejlődést. A mindennapi eredményes munka mellett külön említést érdemel, hogy – a Kohóipari Értékesítési Központ (KOHÉRT) megszűnését követően – 1969-70-ben kezdeményezője és aktív résztvevője volt a Dunai Vasmű szerződéskötési feltételei kidolgozásának, valamint az ehhez alkalmazott számítógépes rendszer létrehozásának.

1992-ben a megalakuló DWA Hideghengermű Kft. belföldi értékesítését akkor vette át, amikor a hazai piac gyakorlatilag összeomlott. Szívós, kitarító munkája, nagy szakmai tapasztalata sokat segített abban, hogy megalapozzanak egy korszerű vevőgondozási tevékenységet. Részt vett az ISO 9002-es és az ISO 9001-es szabványrendszer alkalmazásának megvalósításában, a vevőkkel való foglalkozás új útjainak meghonosításában.

Pályafutása során számos, oklevelet adó szaktanfolyamot végzett, munkáját hét Kiváló Dolgozó és egy Kiváló Munkáért

miniszteri kitüntetéssel ismerték el. 1999-ben Dunaferri Kiváló Dolgozója kitüntetést kapott.

2002 óta nyugdíjas. Ma is érdeklődéssel olvassa és hallgatja a gyári történéseket, rendszeresen részt vesz az OMBKE helyi szervezet rendezvényein. Tanárnő lánya és két mérnök fia mellett ma már nyolc unoka is a folytonos tanulásra, a munka, a természet és a sport szeretetére ösztönzi.

Imre Gyula okl. kohómérnök 2009. december 30-án töltötte be 70. életévét. 1958-ban közlekedésgépész technikusként a Győri Öntöde és Kovácsológyárban találkozott először az öntvénygyártással. A gyár tanulmányi ösztöndíjasaként 1965-ben kohómérnöki oklevelet szerzett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Részt vett a közúti járműprogram vas-, fém- és precíziós öntvényeinek homológizációjában, majd gyártásuknak irányításában az időközben Rába-MVG-hez csatolt öntödében.



A jelentősen felfutott dízelmotor program után az IHC-USA rendelésére megkezdődött a tehergépkocsi futóművek gyártása, amelyben 1976-tól mint a gyár melegüzemi technológiai vezetője tevékenykedett.

A három telephelyen működő öntöde gyáregység irányítására 1978-ban kapott megbízást, majd 1984-től ezt követte a gyár melegüzemeinek irányítása. A reptéri acélöntöde gömbszobrás technológiára való áttérítését összefogó kitűnő szakemberek irányítója volt.

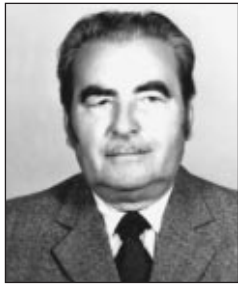
1989-90-ben a Rába-MVG műszaki vezérigazgató-helyettese, majd a részvénytársasággá való átalakulás után a melegüzemi üzletág igazgatója volt. 1994-től 2000-ig humánpolitikai igazgató, ezt követően a Rába Holding vezérigazgatójává választották. Mindeközben marketing és humán erőforrás témákban MBA oklevelet szerzett.

Nyugdíjba vonulása után 2002-től 2005-ig Budapesten az Autóipari Kutató Intézet vezérigazgatója volt.

Munkáját többek között Kiváló Kohász, a Kohászat Kiváló Dolgozója és a Munka Érdemrend ezüst fokozata kitüntetésekkel ismerték el. Az egyesület Sóltz Vilmos-emlékérmével tüntette ki.

Kotán László

(1924–2009)



Az év elején még jó hangulatban, együtt ünnepeztük 85. születésnapját. Nyáron azonban komoly egészségügyi gondok jelentkeztek nála, kórházba került és súlyos műtéten esett át. Reménykedtünk felépülésében, de szervezete ehhez már nem volt elég erős, október 2-án eltávozott közülünk.

Kotán László 1924-ben a felvidéki Sajógömörön született, ott, ahol Mátyás király osztotta az igazságot, ahol Cinka Panna buzdította dalaival a szabadságért harcolókat. Ez a gömöri szellem hatotta át egész életét, tisztessége, becsületessége, szerénysége kiáltotta környezete elismerését.

1945-ben került Ózdra, és művezetőként a Finomhengerműben kezdett dolgozni. Munkája mellett leérettségizett a Kereskedelmi Szakiskolában, majd esti tagozatos hallgatója lett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának. Diplomáját 1959-ben

kapta meg. Továbbra is a Finomhengerműben maradt, előbb üzemmérnök, majd technológus, végül a gyárrészleg főmérnöke lett. Ózdon alapított családot is.

1979-ben a gyár Technológiai és Kutatási Főosztályára helyezik a hengerművek technológusának. Itt dolgozott 1984. évi nyugdíjazásáig. Részes volt a hengerműi fejlesztéseknek, s bár elkerült a Finomhengerműből, igazi munkaterületének mindig is azt tekintette. Kapcsolatban maradt ezzel a csapattal később is, még a rendszerváltozást követő privatizáció után is. Tanácsaival segítette munkájukat.

Lelkes tagja volt az egyesületnek és a nyugdíjas klubnak. Élharcosa volt az ipari örökség védelmének.

2009. október 9-én kísértük utolsó útjára az ózdi gyári temetőbe, ahol a Kohászhimnusz hangjai mellett kívántunk neki utolsó Jó szerencsét!

 Ürmössy László

Helyreigazítás

Felelés szerkesztőként a szerkesztőség és a nyomda nevében elnézést kérek dr. Farkas Ottó professzor úrtól, akinek fényképe hiányosan jelent meg lapunk 2009/5-ös számának 48. oldalán.

Dr. Lengyel Károly

Luca napi szakestély

2009. december 11-én (két nappal a 13-i Luca nap előtt) ismét megtartotta szakestélyét az OMBKE Vaskohászati szakosztály Budapesti helyi szervezete, sorrendben a 11.-et. A szakestélyt megelőzően dr. Csirikusz József, a helyi szervezet elnöke beszámolt az év eseményeiről, valamint szólt a 2010-es év feladatairól, programtervezetéről. Ezek főbb elemei a következők voltak:

- Ismertette a taglétszám alakulását, mely gyakorlatilag változatlan, de a sajnálatos fogyás mellett néhány új tagot is sikerült igazolni.
- Emlékeztetett a jól sikerült programokra (szakmai nap, szakmai kirándulás) és kitért a várhatóan ismét tartalmas hagyományosan megtartandó szakestélyre.
- A 2010-es év feladatai szerint – hasonlóan az elmúlt évek gyakorlatához – előtérbe helyezzük a tagság összetartását, a taglétszám lehetőség szerinti szinten tartását, és a Vaskohászati szakosztály társszervezeteivel ápoltt kapcsolatokat.
- Kiemelt fontosságú a helyi szervezet tagtársainak a tisztújításokkal kapcsolatos előkészületekben és a lebonyolításban való aktív részvétele.

A 11. Luca napi szakestély – miután megválasztottuk a szakestély elnökét dr. Réger Mihály személyében, valamint a tisztségviselőket – a hagyományoknak megfelelő módon zajlott. Szép számmal jelentek meg a társszervezeteinek képviselői, mint vendégek (több esetben feleségestől), őket külön is üdvözölte a szakestély elnöke. Megemlékezés történt az eltávozott tagtársainkról, kiemelten Selmeczi Béláról, aki egyesületünk legrégebbi tagja volt. A szakestélyre idén üvegkupa készült, ezen a díszítés a Fazola-évhez kapcsolódott. A kupa bemutatását, avatását Halász Erzsébet tartotta. Schimdt György az édesapja hagyatékából ismét értékes ajándékokat adományozott tagtársainknak. A szünetben az eredeti titkosított recept alapján készített krampampulit kínálták a BMF Bányai Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karon tanuló hallgatók a meghívott vendégeknek.

A szünet után az elsőként dr. Mezei József bölcs kérdése következett: „Mit iszol?“, melyre a helyes válasz: „Azt iszod, amit hoztál, és amivel meg mered kínálni a többieket!“ dr. Réti Tamás néhány kivetített dia segítségével bemutatta, hogy Szent Luciát a világ különböző tájain (Mexikóban, a Szent Lucia-szigeteken) hogyan tisztelik. A szakestély zárása előtt a 13 fajtából összeállított Luca-szék avatása és terhelési próbája következett, majd anekdoták és viccek mesélése után vidám hangulatban kívántak a tagtársak egymásnak boldog új esztendőt.

 dr. Csirikusz József



13. Európai Bányász-Kohász Találkozó

8. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó

Pécs, 2010. május 27–30.

Az Európai Bányász és Kohász Egyesületek Szövetsége (VEBH), az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) és Pécs város Önkormányzata tisztelettel meghívja a bányász, kohász, erdész szakembereket és hagyományörző szervezeteiket a 13. Európai Bányász-Kohász Találkozó rendezvényeire, mely egyben a 8. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó is. A találkozót 2010. május 27-30-án, az Európa Kulturális Fővárosa rendezvények részeként, a nagy bányászati hagyományokkal rendelkező Pécssett szervezzük meg.

Program

2010. május 27. (csütörtök)

- 9:00-16:00 Szakmai és kulturális kirándulások
18:00 Borkóstoló és zenés vacsora Villányban

2010. május 28. (péntek)

- 9:00-18:00 Nemzetközi ásványkiállítás és börze
9:30 „A bányászat és kohászat kulturális öröksége” c. kiállítás megnyitása
10:00-13:00 „Az európai bányászat és kohászat szerepe a fenntartható fejlődésben” tudományos konferencia
15:00-16:00 Térzene a városban
9:00-16:00 Szakmai és kulturális kirándulások
16:00-18:00 Kulturális műsor
18:00-19:00 A találkozó ünnepélyes megnyitója
19:30-24:00 Közös vacsora és „Bányász est”
20:00-22:00 Benkó Dixieland Band koncert

2010. május 29. szombat

- 9:00-18:00 Nemzetközi ásványkiállítás és börze
10:00-12:00 Zenekarok, hagyományörző együttesek fellépése
11:00-13:00 Az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület küldöttgyűlése
16:00 Díszfelvonulás Pécs belvárosában
18:00-20:00 Bányász zenekarok koncertje, közös vacsora
20:00-24:00 Baráti találkozó, bál

2010 május 30. vasárnap

- 9:00-14:00 Városnézés, a Mecseki Bányászati Múzeum megtekintése
10:00 Mise a bányászok és kohászok emlékére az Ágoston téri templomban
10:45 A Bányász emlékmű megkoszorúzása az Ágoston téren, faültetés, toronyzene
10:00-12:00 Térzene a városban

További részletek és tudnivalók a www.knappentag.hu honlapon található.

www.pecs2010.hu

PÉCS2010

EURÓPA KULTURÁLIS FŐVÁROSA



2010 PÉCS2010
MENEDEZMENTKÖZPONT



hungarofest

EUROPA KULTURÁLIS FŐVÁROSA

Szemelvények kohászatunk múltjából

Ruszkabánya (románul Rusca Montana, németül Ruskberg)

A Déli-Kárpátokhoz tartozó Ruszka-havasok jelentős ásványkincse, a barnavasérc kutatásának a Krassó vármegyei nemes *Hoffmann* család tagjai a 19. sz. elején adtak lendületet. Hoffmann Antal és Ferenc 1803-ban Ruszkabányán bucake-mencét és hámost létesített, azonban veszteséges volt, ezért négy év múlva eladták a kincstárnak, de az érckutatást tovább folytatták. Ehhez kikérték a kincstártól *Maderspach Károly* fémkémlészt, aki a selmeci akadémián tanult. Miután a vasércen kívül ezüsttartalmú ólomércet is találtak, a Hoffmann család visszavásárolta a ruszkabányai vasművet, és 1823-ban megalapították a Hoffmann testvérek és Maderspach Károly Bányatársulatot. *Buchwald Franciskával* kötött házassága révén Maderspach sógorságba került a két Hoffmann fivérrel, így a vállalkozás családi jellegűvé vált.

A Ruszkabányától tíz kilométerrel északra fekvő Ruszkicán (Ruschița) 1825-ben felépítették az első, öt év múlva a második faszenes nagyolvasztót, ezekből elsősorban öntvényeket öntöttek. Később kupolókemencét, majd lángkemencét is létesítettek. Volt homok-előkészítő mű és mintaasztalos-műhely, továbbá az öntvények megmunkálására is alkalmas gépműhely. Mindezek lehetővé tették, hogy Maderspach tervei alapján öntöttvas hidakat készítsenek. Az első, 18,5 m fesztávolságút 1833-ban Lugos határában állították fel. Négy évvel később készült el a herkulesfürdői, 41 m-es Cserna-híd, a karánsebesi Temes-híd pedig már több mint 55 métert ívelt át. Az alsópályás hidakat öntöttvas csőelemekből összeillesztett ívek tartották, az ív végeit vonólánc kötötte össze. Az utóbb említett két híd több mint 50 évig volt használatban. A gyár a Pestet Budával összekötő állandó hídra kiírt pályázatra is benyújtott tervet.

A ruszkabányai vasművet 1833-ban meglátogatta *Széchenyi István*, aki később az al-dunai munkálatokhoz fűrórudakat rendelt. Az 1842. évi pesti iparmű-kiállításon a vállalat nyersvasat, kovácsolt termékeket mutatott be, és ezüst érmet nyert.

A ruszkabányai telephelyek profitjából a társulat 1833-ban megvette a Ruszka hegycsúcs túloldalán fekvő lunkányi (Bégalankás, Luncanii de Jos) erdőbirtokot, és itt is felépített egy nagyolvasztót. A Ruszkabányától délnyugatra fekvő Nándorhegyen (Ferdinandsberg) 1819-ben kezdtek hámorok működni. Ezeket 1839-ben megvette a társulat, korszerűsítette őket, és forrasztókemencéket, hengerművet állított fel. A nyersvas Ruszkicáról és Lunkányból érkezett. 1847-ben az országban a legtöbb vasöntvényt, 560 tonnát Ruszkica öntötte. (Tíz évvel később a Ganz-öntöde állt az élen.) A ruszkabányai együttes kovácsoltvas-termelése 670 t volt.

A szabadságharc második évében *Bem* tábornok találkozott Hoffmann Antallal és Maderspach Károllyal, a vállalat ágyúk és golyók öntésével és lándzsák kovácsolásával részt vett a hadsereg fegyverellátásában. 1849. augusztus 22-én Maderspachék ruszkicai házukba fogadták a menekülő Bem és *Kmety* tábornokot, ezért egy császári tiszttel Maderspach feleségét nyilvánosan megvesszőztette. Maderspach Károly ekkor öngyilkos lett.

1857-ben egy osztrák–cseh konzorcium megvette a Hoffmann-féle társulatot, továbbá más délvidéki vasműveket, ezeket két év múlva a Brassói Bánya- és Kohómű Rt.-ben egyesítették.

A következő évtizedekben Ruszkabányán a termelési mód lényegében nem változott. A közeli Lozna-völgyben *Kerpely Antal* tervei alapján 1867-ben egy nagyolvasztót építettek, de néhány év múlva üzemét beszüntették. A lunkányi nagyolvasztó 1881-ben állt le. Nándorhegyen a frissítő tűzhelyek helyett nyolc kavarókemencét állítottak fel.

A ruszkabányai és nándorhegyi vasművek 1898-ban a Kaláni Bánya- és Kohómű Rt. tulajdonába kerültek. Ruszkicán évi 2 500 t nyersvasat és 3 000 t vasöntvényt, Nándorhegyen – ahol már két martinkemence is volt – 34 kt hengerelt és kovácsolt acélt gyártottak. A ruszkicai nagyolvasztók üzemét 1902-ben beszüntették, a vasöntvénygyártást másodolvasztókból folytatták. A Kaláni Rt. 1906-ban a Rimamurány–Salgótarjáni Vasmű Rt. tulajdonába ment át. 1914-ben Ruszkicán megszűnt az öntöde is.

A hajdani ruszkabányai kohászati együttesből napjainkig csak a nándorhegyi gyár maradt meg; a helység nevét a 2. világháború után Oțelu Roșu-ra (Vörös Acél) változtatták.

K. L.



Emléktábla a Maderspach-ház falán, melyet 2004-ben helyeztek el a Maderspach-alapítvány kezdeményezésére

Források: Hoffmann H.: Ruszkabánya története 1803–1857. Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1944. 13–17. sz. Székely L. – Óvári A.: Maderspach Károly élete és munkássága. BKL, Kohászat, 1975. 10. sz. Rempert Z.: Magyarország vasgyártása a dualizmus korában (1867–1918). Bp. 2005.