

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

146. évfolyam

2013/2. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 Krimpelstaetter, K. – Varga O.:** Növelt hatékonyságú hengerréskenes az energiafogyasztás csökkentése és a termékválaszték bővítése céljából
- 5 Alpek S. – Fácán J. – Lontai A. – Polányi T. – Takács I.:** Az acélbugaizzítás körülményei és kapacitásának növelése a Dunaferren
- 11 Tájékoztató a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés március 7-i üléséről**

Öntészet

- 12 Rick T. – Portörő B.:** A gyártmányfejlesztés jelentősége a FÉMALK Zrt.-ben
- 16 Walczér Cs. – Simcsák A. – Gerber H.:** Öntészeti szimulációs szoftver alkalmazása a KIENLE + SPIESS Hungary Kft.-nél rotoröntvények gyártástechnológiájának kidolgozásában
- 18 Kerégyártó J.:** Harangöntés Egerben
- 23 Alsó diffúzoros, argongáz asztóbilités bevezetése a Magyarmet Bt.-nél**

Fémkohászat

- 25 Szűcs Zoltán:** INOTA és az alumínium 60 éve
- 31 Bereczki P. – Verő B. – Janó V.:** Többtengelyű hidegalakítási kísérletek
- 37 A Fémkohászati Szakosztály ünnepi vezetőségi ülése**

Agyagtudomány

- 38 Wladiczanski I. – Fodor O. – Dobránszky J.:** A delta-ferrit meghatározása rozsdamentes acélokban
- 42 Nagy E. – Mertinger V. – Benke M. – Tranta F.:** Fe-Mn-Cr acélok vizsgálata

Felsőoktatás

- 46 Ferenczi T. – Harcsik B. – Sárvári I.:** A ME Metallurgiai és Öntészeti Intézet vákuumindukciós kemencéjének korszerűsítő felújítása
- 50 A Műszaki Anyagtudományi Kar hírei 2013. március**
- 51 A FORR-ÁSZ-projekt előzményei és fontosabb adatai**
- 53 Áttörésre készülnek Dunaújvárosban. Nagy teljesítőképességű szerkezeti anyagok kutatása**

Híromdó

- 55 NÉVJEGY – Pálovits Pál**
- 57 Hétköznapi visszapiantások**
- 58 Egyesületi hírek**
- 60 Meghívók**
- 61 Köszöntések**
- 62 Nekrológok**

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

FROM THE CONTENT

Krimpelstaetter, Konrad – Varga, Ottó: Improved roll-gap lubrication to reduce energy consumption and to extend the material product mix ... 1
This paper exhibits some results of a close collaboration of the Hungarian steel producer ISD Dunaferri and Siemens VAI to improve the effectiveness of roll-gap lubrication at the cold reversing mill of ISD Dunaferri in Dunaújváros.

Main objective of these activity is to reduce friction (between work roll and strip) and hence energy and material consumption as well as to modify pass-schedules under consideration of the impact on product quality and process stability.

To produce hard and thin cold-strip gauges the mill is in addition equipped with a Direct Application System (DAS) which can spray an emulsion with a high oil concentration onto the strip surface or into the roll gap during normal rolling.

Comprehensive trials were conducted on the new cold reversing mill of ISD Dunaferri to test the installed DAS. The impact of DAS on important process parameters (rolling forces, motor torque), strip cleanliness and final strip temperature as well as possibilities for an improved pass-schedule design will be presented in this paper.

Alpek, Sándor – Fácán, János – Lontai, Attila – Polányi, Tamás – Takács, István: Conditions and capacity increase of heating of continuously cast slabs at ISD Dunaferri Co. ... 5

The developments defined and started after 2005 in the rolling mills of Dunaferri are outlined by the authors. The practice of slab heating in the last 20 years is described. Technical parameters of the new walking beam furnace with a heating capacity of 280 t/h, its starting in 2012 and experiences in the first few months are given.

Rick, Tamás – Portörő, Balázs: Importance of product development process at FÉMALK PLC ... 12

The article presents how the development engineering department contributed to a successful story of an automotive supplier producing aluminum high pressure die-casting parts. Describing the tasks, activities of the development engineering and highlighting how the development work strengthen the position of the company on the field of the automotive supply chain, considering the intensive competition how development engineering could ensure the position of the company which will assure the possibility of a further expansion for the company.

Walczér, Csaba – Simcsák, Attila – Gerber, Hartmut: Casting improvements at KIENLE + Spiess Hungary Kft. Application of casting simulation software in the rotor production technology ... 16

Nowadays, the role of the casting simulation softwares have increased significantly. By the help of these softwares the customer requirements can be fulfilled by development of the casted products. The KIENLE + SPIESS Hungary Ltd. started to use simulation software in 2009 for filling and solidification analysis. In this paper the application of a modern die casting simulation software is demonstrated to be able to fulfil customer requirements, to analyse the cause of failure, and to be able to detect the solution methods.

Bereczki, Péter – Verő, Balázs – Janó, Viktória: Multiaxial forging experiments with unalloyed copper ... 31
Nowadays several researchers are interested in the investigation of deformation mechanisms during

severe plastic deformation. Similarly, intense interest is manifested in the characteristic of thermally activated processes in the materials which was deformed with one of the severe plastic deformation techniques. In this study we are presenting some results about our multiple forging experiments with unalloyed copper on the MAXSTRAIN Mobile Unit of the Gleeble 3800 thermomechanical simulator.

Primarily we are dealing with the substance of the operation of MAXSTRAIN Mobile Unit and the programming of the deformation's parameters, furthermore with the informations which are provided by the system. The deformation mechanisms in the copper as a model material are discussed only marginally.

Wladiczanski, Ivett – Fodor, Olivér – Dobránszky, János: Determination of delta-ferrite content in stainless steels ... 38

Among the properties of austenitic and duplex stainless steels the delta-ferrite content is an important metallurgical feature. In the production of welded structures many regulations give instructions on this point, the fulfilment of which must be strictly controlled. In this paper the authors describe the methods that allow the determination of the amount of delta-ferrite: the instrumental measurements, metallographic procedures and calculation options based on diagrams. On the basis of comparative examinations of stainless steels and welds the authors evaluate the accuracy of different methods.

Nagy, Erzsébet – Mertinger, Valéria – Benke, Márton – Tranta, Ferenc: Investigation of Fe-Mn-Cr steels ... 42

Austenitic steels with high manganese content (17–20 w/w%) are potentially attractive for the automotive industry. The austenitic Fe-Mn-Cr steels have high strength, high toughness and formability due to stress and strain induced phase transformations. This is the so-called TRIP and TWIP effect. The austenite phase can transform to different martensites depending on the composition, deformation rate and temperature. The ratio and quantity of the resulting phases determine the properties of product.

The first stage of our research covered the examination of the transformation behaviour under uniaxial tensile tests at various temperatures. The tensile tests of steel with given Cr content were carried out between room temperature and 200 °C. The values of tensile strength (Rm), yield stress (Rp0.2) were determined from the tensile tests.

Ferenczi, Tibor – Harcsik, Béla – Sárvári, István: The modernization of vacuum-induction furnace at Metallurgical and Foundry Engineering Institute, University of Miskolc ... 46

Within the TÁMOP 4.2.1. B-10/2 KONV-2010-0001 program there was renewed and modernized the vacuum induction furnace at the Metallurgical and Foundry Institute. There was created the possibility for vacuum or under inert gas sampling. These samples can be used immediately in the GDOES analytical equipment. At the same time there is given the possibility to collect the data of the melting parameters and to perform the thermal analysis of the under vacuum produced alloys. Like a result of the development the melting and alloying processes, and significant opportunities for error (for example degassing – gas absorption, oxidation, introduction of impurities in the melt, etc.) become examinable. Within this article we certify the utility of the experimental apparatus for these types of testing.

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

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

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

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

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

VARGA OTTÓ – KONRAD KRIMPELSTAETTER

Növelt hatékonyságú hengerréskenés az energiafogyasztás csökkentése és a termékválaszték bővítése céljából

Átfogó kísérleteket végeztünk 2011-ben az ISD Dunafer Zrt. új hideghengerállványán a Siemens VAI közreműködésével egy direkt applikációs (DAS) kenési rendszer tesztelésére. A hengerrési folyamat kiemelt paramétereit (hengerrési erőt, motornyomatékot), a szalagtisztaságot, a végső szalaghőmérsékletet befolyásoló hatást, valamint a jobb szűrésterv kialakítási lehetőségeit mutatja be a cikk. A DAS lehetővé teszi a nagyobb szilárdságú (keménységi fokozatú) és a viszonylag vékonyabb (0,5 mm alatti) hidegszalagok gyártását.



1. ábra. Az ISD Dunafer Zrt. új, reverzáló hidegen hengerrőlő hengerállványa

A nagyobb energiahatékonyság, az alacsonyabb üzemeltetési költségek és a felhasználási követelmények, valamint a termékválaszték növelésének igénye iránti könyörtelen piaci nyomás kényszeríti a hengermű-üzemeltetőket az új technológiák és a hatékonyabb hideghengerrési megoldások bevezetésére.

Az ISD Dunafer és a Siemens VAI együttműködésének célja a munkahenger és a szalag közti súrlódás, és így az energia- és anyagfelhasználás (a villamos energia és a hengerfelhasználás) csökkentése a dunaújvárosi ISD Dunafer hideghengerműi hengerállványánál (1. ábra) a ter-

mékminőség és a folyamatstabilitás romlása nélkül. Mindez a hengerréskenés hatékonyságának növelésével történik, amelyet egy megnövelt kenőhatású emulzióknak a szalag felületére közvetlen módon való felvitelével oldunk meg. Ennek megnevezése a Direct Application System (DAS) (2. ábra).

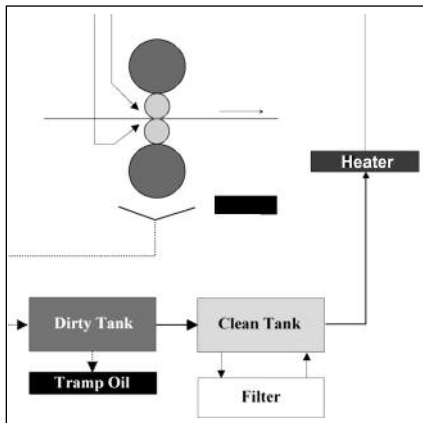
A nagyobb szilárdságú (keménységi fokozatú) és a viszonylag vékonyabb (0,5 mm alatti) szalagok gyártásához a hideghengerműi reverzáló hengerállványt ezzel a rendszerrel egészítettük ki. A DAS fő gondolata egy kb. 30%-os olajkoncentrációjú „zsíros emulzió” felvitele a henger-

résbe belépő szalagfelületre. A növelt olajkoncentráció javítja a munkahenger és a szalag felületén olajfilm kialakulását (azaz az olajkiválást a felületen a hengerrés bemenetnél), ezzel jobb kenést biztosítva a hengerrésben.

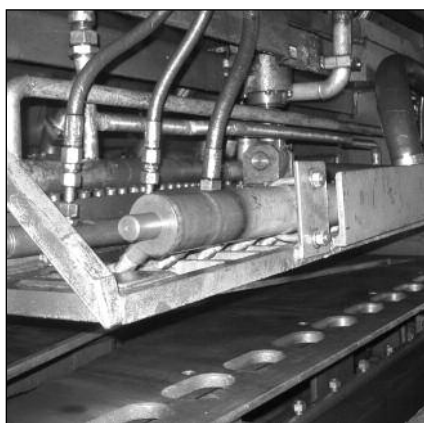
A fejlesztés alapja az, hogy az emulzió működésének mechanizmusa jobban kihasználható legyen. Az emulziógyártók féltve őrzik gyártástechnológiájukat, de a felhasználóknál működésük hasonló, viszont hatékonyságuk eltérő. Kijelenthető, hogy nincs két egyforma rendszer, csak elvi azonosság. Az emulziórendszerek mindig a hengerművek sajátosságai alapján és igényeik szerint alakulnak ki. Az olajbeszállítók ezért igyekeznek a felhasználók szerinti sajátos igényeket is a fejlesztéseikben felhasználni. A mai korszerű hideghengerművek kizárólag csak metastabil emulziókat használnak. A fejlesztések a stabil jellegtől a vegyes kialakításon keresztül eljutottak a

Varga Ottó 1977-ben szerzett alakítástechnológiai kohómérnöki oklevelet. Ettől fogva dolgozik a Dunafer Hideghengerművében üzemvezetőként, főmérnökként, majd műszaki-termelési igazgatóhelyettesként. Számos fejlesztés irányítója volt. Jelenleg fejlesztési projektigazgató.

Dr. Konrad Krimpelstaetter 2001-ben végzett a linzi Johannes Kepler egyetemen. Az itt folytatott mechatronikai tanulmányok és a PhD-fokozat elnyerése után a Siemens VAI-nál hideghengerrési technológiai vezető volt, majd 2011-től innovációs vezető.



■ 2. ábra. A DAS elvi felépítése. Dirty Tank=szennyezett tartály (gyűjtő), Clean Tank=tiszta tartály, Tramp Oil=idegen olaj, Filter=szűrő, Heater=hőcserélő



■ 3. ábra. Beépített kollektor

hatékonyabb metastabil állapotig.

Ha az oldat nyugalomba kerül, akkor az olaj néhány perc alatt kezd szétválni a víztől, és felúszik a tartály tetejére, így használhatatlanná téve az emulziót. Hogy ez elkerülhető legyen, állandóan mozgásban kell tartani a rendszert. De a hengerléskor szükséges felületi kenést is ez a „széjjelválasztódás” segítheti elő. A mai korszerű hengerek nagy sebességűek, elérik vagy meghaladják az 1800 m/perc sebességet is. A nagy sebesség miatt kulcskérdés a stabilitás és a felülethez való tapadási képesség. (Fontos az üzemeltetési hőmérséklet szerepe, mely a „diszpergálódási” szemcseméretre van hatással.) Ez az a tulajdonság, a metastabil emulzió viselkedési formája, ami lehetővé teszi a DAS alkalmazását. A gyors szétválási és tapadási képességgel érjük el azt, hogy a felületen hatékonyabb filmréteget hozhassunk létre, amivel jelentősen befolyásolhatjuk a súrlódási viszonyokat.

A DAS aránylag kis terjedelmű rendszer, a víz és a hengerlési olaj tárolására szolgáló külön tartályokkal. A folyadékokat csak az alkalmazás előtt keverik össze, hogy jobb legyen a kenési teljesítmény. A DAS plusz beruházási költség igényű, de több előnnyel is szolgál, amely alapján megtérülhet a fejlesztés.

Sikeres kísérletek

Széleskörű kísérleteket végeztünk 2011-ben az ISD Dunaferri hideghengerállványán a beépített DAS tesztelésére. A hengerállvány mindkét oldalára, a hengerréstől 1,3 m-re direkt applikációs kollektorokat helyeztünk el (3. ábra).

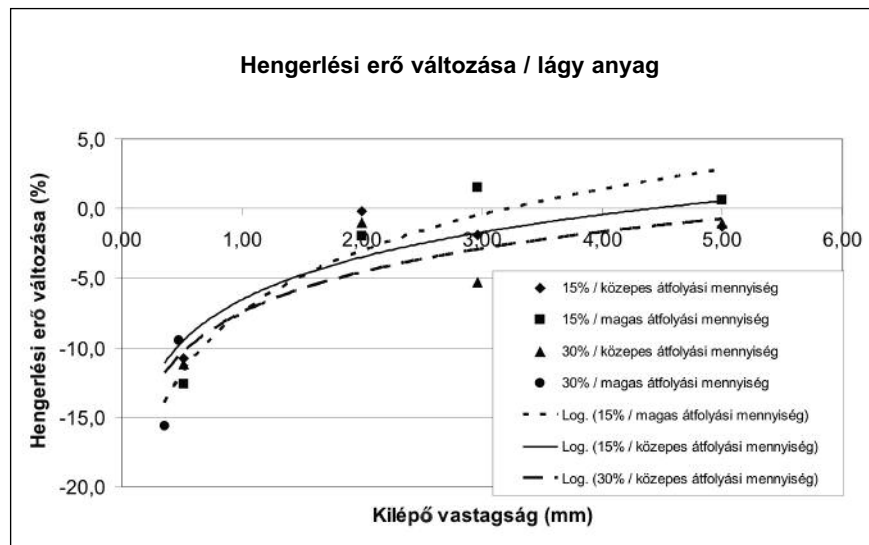
Teljesen nyitott szeleppel állványoldalanként kb. 80 l/min maximális

áramlási mennyiség alkalmazható.

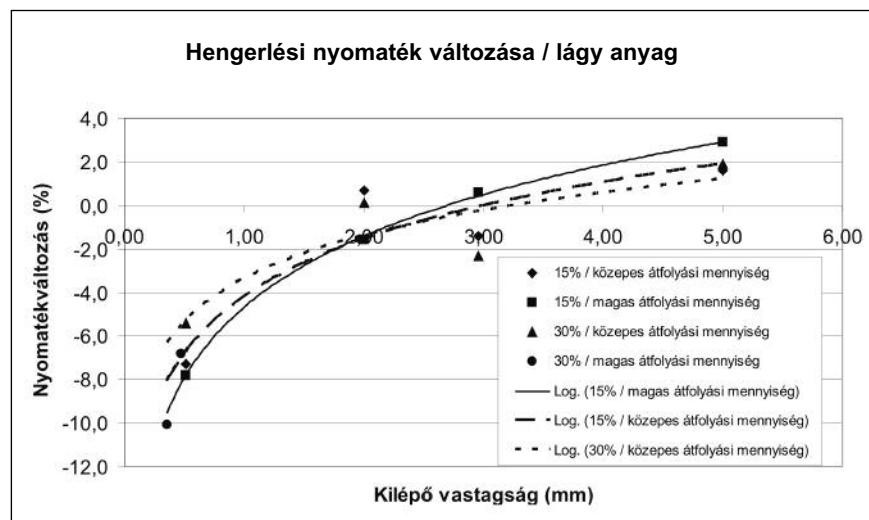
A kísérletek célja volt a DAS hatékonyságának megállapítása a különböző hengerlési jellemzőkhöz:

- az olajkoncentráció-változás és az áramlási mennyiség hatása a folyamatparaméterekre, valamint a folyamatstabilitásra;
- hatása a végső szalaghőmérsékletre a hideghengerlés után;
- hatása a szalagtisztaságra (a hideghengerlés után és az azt követő lágyítás után);
- új szűrőtervek kidolgozása.

A DAS fő eredménye a későbbi szűrésok során – különösen a vékonyabb szalagvastagságok (<0,5 mm) esetén –, hogy jelentős a hengerlési erő és a motornyomaték csökkenése. A kísérleti programon belül kb. 16%-os maximális hengerlésierő-csökke-



■ 4. ábra. A hengerlési erő változása



■ 5. ábra. A főhajtás nyomatékváltozása

nés és kb. 10%-os maximális henger-nyomaték-csökkenés volt észlelhető (4–5. ábra).

Az eredmények szerint a DAS a leghatékonyabb a vékony és a keményebb fokozatú szalagokhoz, továbbá a hideghengerlés későbbi szűrásaiban a jellemzően simább szalagfelületekhez. Az alkalmazás mintegy 6 °C-kal növeli a végső szalaghőmérsékletet (a hagyományos hengerrés-kenéshez képest) (6. ábra).

Az emulziók szerepe nem fejeződik be a hengerlésnél, és jelentős hatással bírnak a termék felületi minőségére is. Ez már megjelenik a hengerlés alatt (kopadékképződés, szappanosodás, foltképzési hajlam stb.), és a hengerlés utáni lágyításban. Meghatározza a hőkezelés után az emulzióból és az előző folyamatból visszamaradó anyagok mennyiségét is a felületen, így a kész szalag felületi tisztaságát. A kísérlet során nem volt észlelhető szalagtisztaság-változás, amit a hideghengerlés előtti, a hideghengerlés utáni és az azt követő lágyítás utáni állapotban végzett, úgynevezett ragasztószalagos reflexiómérési teszt bizonyított (7. ábra). A mérés lényege, hogy egy átlát- szó ragasztószalag-darabot felra- gasztunk a lemez felületére, majd légmentes tapadás után lefejtjük a felületről. A szalag ragasztóval ellátott felületére a lemezen lévő szennyező- dések (vaskopadék, emulzióból szár- mazó száraz maradék anyagok, mint például karbon stb.) felragadnak. Ezt

a ragasztószalagrészt egy fehér papírlapra rögzítjük. Egy speciális berendezéssel megvilágítva megmér- hető a reflexió mértéke, amit a fehér papírfelülethez képest (ez a 100%) mérőszámmal fejezünk ki %-os érték- ben.

Szűrőszám	h_0 (mm)	h_1 (mm)	h_{1m} (mm)	b (mm)	ϵ (%)	ϵ_m (%)
1.	1,986	1,433	-	1270	27,8	27,8
2.	1,433	0,989	-	1270	31	31
3.	0,989	0,7	-	1270	29,2	29,2
4.	0,7	0,514	0,479	1270	26,6	31,6
5.	0,514/0,479	0,4	0,341	1270	22,1	28,2
				Σ 79,9	Σ 82,8	

A szűrősterv fejlesztése az állványkapacitás teljes kihasználása céljából

A direkt applikációs rendszer hatása az első szűrásban elenyészően alacsony, mivel az első szűrést a hideghengerléskor az aránylag magas felületi érdesség jellemzi alacsony hengerlési sebességekkel és lágy anyag- szilárdsággal kombinálva. Ez gyakran eredményez olyan hengerlési feltételeket a határkenés rendszerben, ahol a súrlódási tényező csaknem független az alkalmazott olajkoncentrációtól. Az olajkoncentráció és a kenőanyag-viszkozitás olyan hengerlési szűrásban válik fontossá, ahol a szalagfelületi érdesség finomabb az előző szűrások miatt, és az anyag- szilárdság a felkeményedés miatt jelentősen növekszik.

A DAS-nak csak az utolsó szűrá-

sokban történő alkalmazásával a teljes „fogyást” kb. 3%-kal lehetett csökkenteni azonos hengerlési erők és hengerlési nyomatékok esetén.

Egy példa a módosított szűrőstervre: acélminőség: DC01, 2,0 mm → 0,4 mm x 1270 mm

Szűrőszám: a hengerlési redukció sor- száma

h_0 : belépő vastagság

h_1 : kilépő vastagság

h_{1m} : módosított kilépő vastagság

b: szélesség

ϵ : vastagságcsökkenés a szűrásban (%)

ϵ_m : módosított vastagságcsökkenés (%)

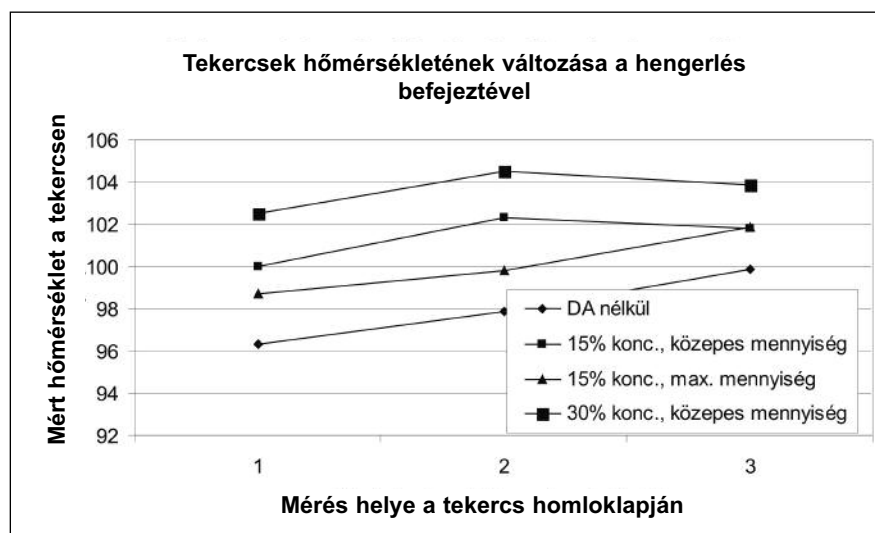
A DAS előnyei

A javított hengerréskenés a munka- henger és a szalag között kisebb súrlódási tényezőt eredményez, csökkentve a súrlódási energia veszteségeket, ebből adódóan csökkentve a hengerlési erőket és a hengerlési nyomatékokat. Ez kiemelt jelentőségű a keményebb és vékonyabb szalagok hengerlésekor, mivel sok hengerállvány már a saját és a kenőanyag teljesítőképességének határán üzemel. Ugyanakkor segíti az energiamegtakarítást és a hengerélettar- tam-növelést is.

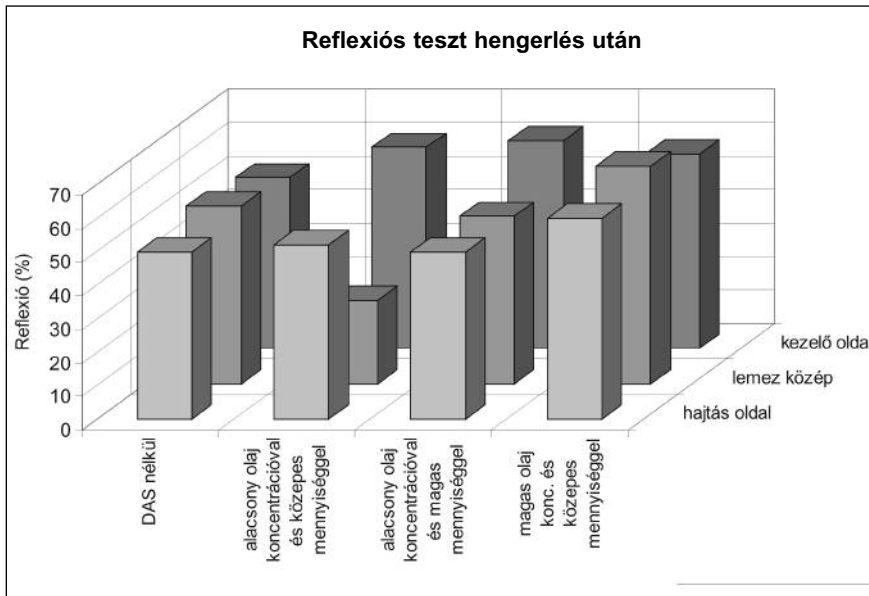
A DAS hátrányai

A magas olajtartalmú emulzió adago- lása az üzemszerűen, normál hengerléshez használt emulzió olajtartal- mát folyamatosan növeli, és ez nem előnyös sem minőségi, sem gazda- sági okokból. A megoldást a rendszer működésének sajátosságaiban lehet keresni.

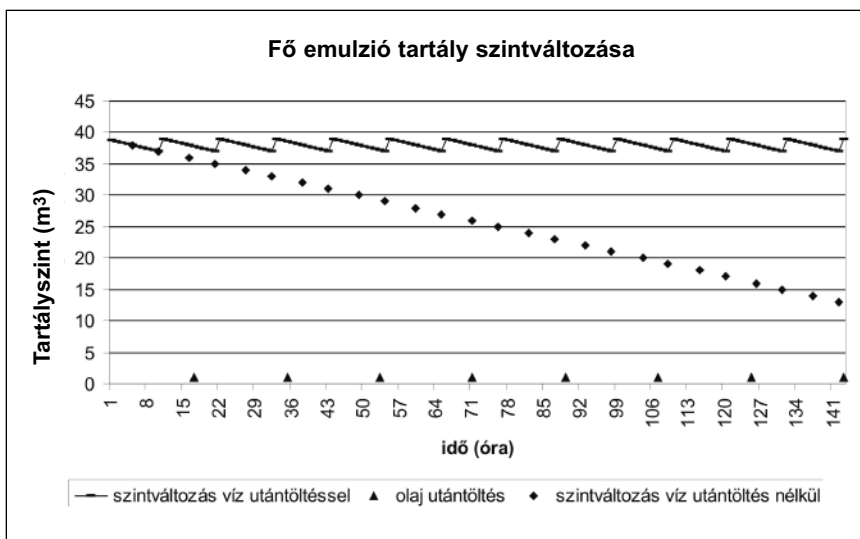
Az emulziós rendszer folyamatos használata közben az emulzió men- nyiségi veszteséggel jár, amelynek folyamatos pótlása szükséges úgy vízdalról, mint az olajdalról, hogy a hengerléshez szükséges emulzió- tulajdonságok egy meghatározott túréren belül tarthatók legyenek. A



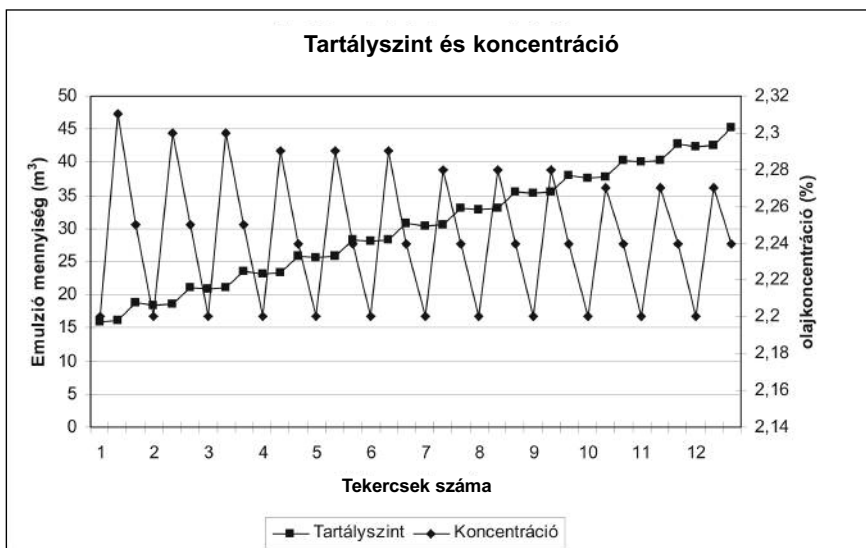
■ 6. ábra. A szalaghőmérsékletek emelkedése a hengerhűtés változása miatt. Mérési helyek: 1 – a tekercs belső átmérőjénél a homloklopon; 2 – a tekercs homloklapjának közepén; 3 – a tekercs homloklapján a külső átmérőnél



■ 7. ábra. A felületi tisztaságot bemutató reflexiómérések eredménye



■ 8. ábra. Az emulziós rendszer tartálysztíjének változása normál üzemelés alatt



■ 9. ábra. A DAS használata közben a változó tartálysztíj és olajkoncentráció változása

veszteségek döntő oka a párolgás (hűtési effektus), illetve kisebb mértékben a tekercesk belsejében a relatíve nagy felületen visszamaradó nedvesítési hatásból eredő folyadék mennyisége.

A rendszer kezelőinek az előbbi figyelembe véve kell megtervezniük a működtetést. Ezt szemlélteti a 8. ábra, ahol a vízszintesen cakkozott görbe („szintváltozás víz utántöltéssel”) a szokványos üzemelési körülményeket mutatja időnkénti olajpótlással.

Amennyiben normál hengerlés alatt az utántöltést elhagyjuk, egy bizonyos idő után a szint lecsökken olyan mértékben, amit ki lehet használni a DAS működtetésére („szintváltozás víz utántöltés nélkül”). A lecsökkentett szinttel el lehet kezdeni a DAS használatát, majd a szükséges vízpótlást. A DAS működtetésével az olajtartalmat folyamatosan növeljük. Azért, hogy a teljes rendszerben az olajtartalmat szűk határon belül tartsuk, vizet is kell utántölteni. Ezt néhány tekerces DAS használat után a többletként bevitt olajmennyiségnek megfelelően (elhasznált „zsírosabb” emulzió olajtartalma) pontosan meghatározott vízmennyiséggel kell elvégezni. Ez a folyamat mindaddig működhet, amíg a tartály szintje el nem éri a megengedett maximumot (9. ábra). Ezután vissza kell állni a normál hengerlésre, és egy idő után (párolgási veszteség szerint) kezdődhet a ciklus ismételtlen.

A DAS az utolsó két szűrásban előnyös volt, elérve a jobb hengerléskenést, a kisebb sűrítési tényezőt és sűrítési veszteségeket. Így csökkentette a hengerlési erőket, a hengerlési nyomatókat és motoráramokat. Ezzel elérhető a növelt „fogyási képesség”, és általa a termékválaszték szélesítése a vékonyabb és keményebb minőségek felé. A direkt applikációs rendszer további hatékonyságnövelése céljából az ISD Dunafer Zrt. és a Siemens VAI folytatni kívánja a rendszer optimalizálását.

Az acélbuga-izzítás körülményei és kapacitásának növelése a Dunaferriben

A szerzők vázolják a Dunaferri hengerműveinek 2005 után elhatározott és elindított fejlesztéseit. Bemutatják az acélbuga-izzítás elmúlt 20 éves gyakorlatát. Ismeretetik az új, 280 t/h izzítási teljesítményű léptetőgerendás kemence műszaki mutatóit, a kemence 2012. évi beüzemelését és az első hónapok üzemi eredményeit.

1. A Dunaferri fejlesztési stratégiájának változása 2005 után

A Dunaújvárosban működő, teljes ciklusú (mai szóhasználattal integrált) acéllemezgyártó kombinátban már 1998-ban 1485 kt acélt gyártottak. A mű a rendszerváltást követő, gazdaságilag nehéz '90-es években is – piacképes termékeinek köszönhetően – talpon maradt. Tény, hogy a nagy költségigényű fejlesztéseket önerőben ez időtől finanszírozni nem tudta.

A vertikumot 2004 szeptemberében privatizálták. Az 1. ábra, melyen a gyár 2005. évi anyag- és energiaforgalmi adatait tüntettük fel, azt jelzi, hogy a nyersvas és acélgyártó, valamint a melegbongerlési kapacitások összhangját hozzávetőleg sikerült biztosítani.

A privatizáció után a fejlesztési stratégia módosult; a saját acéltermelést meghaladó mennyiségű acélbuga melegben való kihengerrlését és a korábbinál több melegben hengerelt

lemez továbbfeldolgozását tűzték ki célul.

A 2. ábra adatai szerint 2012-ig a vertikum acéltermelése a korábbi szintű volt, a melegbongerlésre került bugamennyiség a privatizáció után – vásárolt bugák (más szóhasználattal bramák) által – meghaladta az acéltermelést. Igaz, hogy az új tulajdonosok 2005-ben megfogalmazott célkitűzései csak részben realizálódtak.

Sushil Trikha, a gyár 2005-ben kinevezett vezérigazgatója erről a gyáralapítás 60. évfordulója alkalmából is nyilatkozott. Elmondta: az elképzelés az volt, hogy – a korábbi acéltermelési szint fenntartásával – a gyár évi 3 millió tonnás termékkibocsátással, diverzifikáltabb termékkalálával meghatározó szereplő legyen a piacon.

Ennek a célnak megfelelő beruházási terv készült és részben megvalósult, de a 2008-ban bekövetkezett világválság miatt a fejlesztés megtorpant [1].

A válság még nem érintette a hideghengerműben 2006-ban elindított fejlesztések első ütemét. Itt 2008-ra megépítettek és üzembe helyeztek egy 1700 mm-es hengerállványt és évi 1,6 millió tonna, max. 6 mm vastagságú lemez kezelésére alkalmas sósavas pácolót. Ennek kedvező hatását a hideghengerműnek átadott melegben hengerelt acélszalag mennyiségének 2010-től előállt növekedése is jelzi (3. ábra). A hidegen hen-

gerelt acéllemez-mennyiség növelésének jelenleg határt szab a szűk hőkezelő kapacitás. A válság alatt is történt még fejlesztés (savregeneráló, tekercsszállító, tekercsraktár, krómozó, érdesítő), de pl. az új horganyzó- és festősor létesítése még halasztódik [2].

A melegbongerműben megépült, s lényegében beüzemelésre vár egy 35 tonnás lemezcsévéző. Beüzemelése az előlemez-csévéző (Coil-box) megerősítése után válna igazán sürgetővé.

Tervbe vették a jelenlegi, 2500 tonnás reverzáló előnyújtó helyett egy 4000 tonnás kvartóállvány telepítését, a válság óta ez függőben van. Az előnyújtó jelenlegi motorjának nagyobb teljesítményűre cserélése került szóba.

2007-ben megvalósult a hengersor automatizálásának fejlesztése és a bugaizzító tolokemencék kisebb átalakítása is.

A fejlesztési elképzelésekkel összhangban 2006 őszén a tulajdonosok megrendeltek egy névlegesen 280 t/h teljesítményű, léptetőgerendás kemencét. Ez a kemence 2008 végére felépült és kiszáritásra került. A válság okozta problémák miatt, melyek a termelést is visszavetették (lásd a 2. és 3. ábrát) a beruházás befejezése sokat késett. A tulajdonosok 2011 őszén döntöttek a projekt befejezéséről.

Ezután az acélbuga-izzítás körülményeiről, a tolokemencék 2007. évi átalakításáról, az új léptetőgerendás kemence beüzemeléséről és üzemeltetésének első hónapjairól számolunk be.

2. Acélbuga-izzítás tolokemencékben

2.1. A kemencék 1994. évi átalakítása és üzemeltetése 2007-ig

A melegbongerműbe öntecsek helyett 1973-tól egyre nagyobb hányad-

Alpek Sándor metallurgus üzemmérnök, minőségügyi mérnök. Korábban a Dunaferri melegbongerműjében a kemenceüzem vezetője volt, jelenleg a gyártórészleg termelésvezetője.

FácZán János metallurgus üzemmérnök, környezetvédelmi szakmérnök. Több éven át dolgozott a gyár tüzeléstechnikai osztályán, most a melegbongermű kemence üzemének a vezetője.

Lontai Attila okl. kohómérnök. 1991-ben közgazdasági, 1997-ben jogi kiegészítő végzettséget szerzett. 1998-tól a Dunaferri melegbongerműjének gyárvezetője.

Polányi Tamás okl. kohómérnök. A Dunaferriben évekig a hengerlési technológia fejlesztésével foglalkozott, 2006-tól stratégiai beruházási szakértő.

Dr. Takács István okl. kohómérnök, a Miskolci Egyetemen 1983-ban doktorált. A Dunai Vasmű acélműjében 13, a TÜKI-ben 19, a Dunaferriben 12 évet dolgozott. A kombinát energotechnológiai menedzsere munkaköréből 2005-ben vonult nyugdíjba.

ban, 1990 után pedig kizárólag folyamatos öntőgépen gyártott bugák érkeznek.

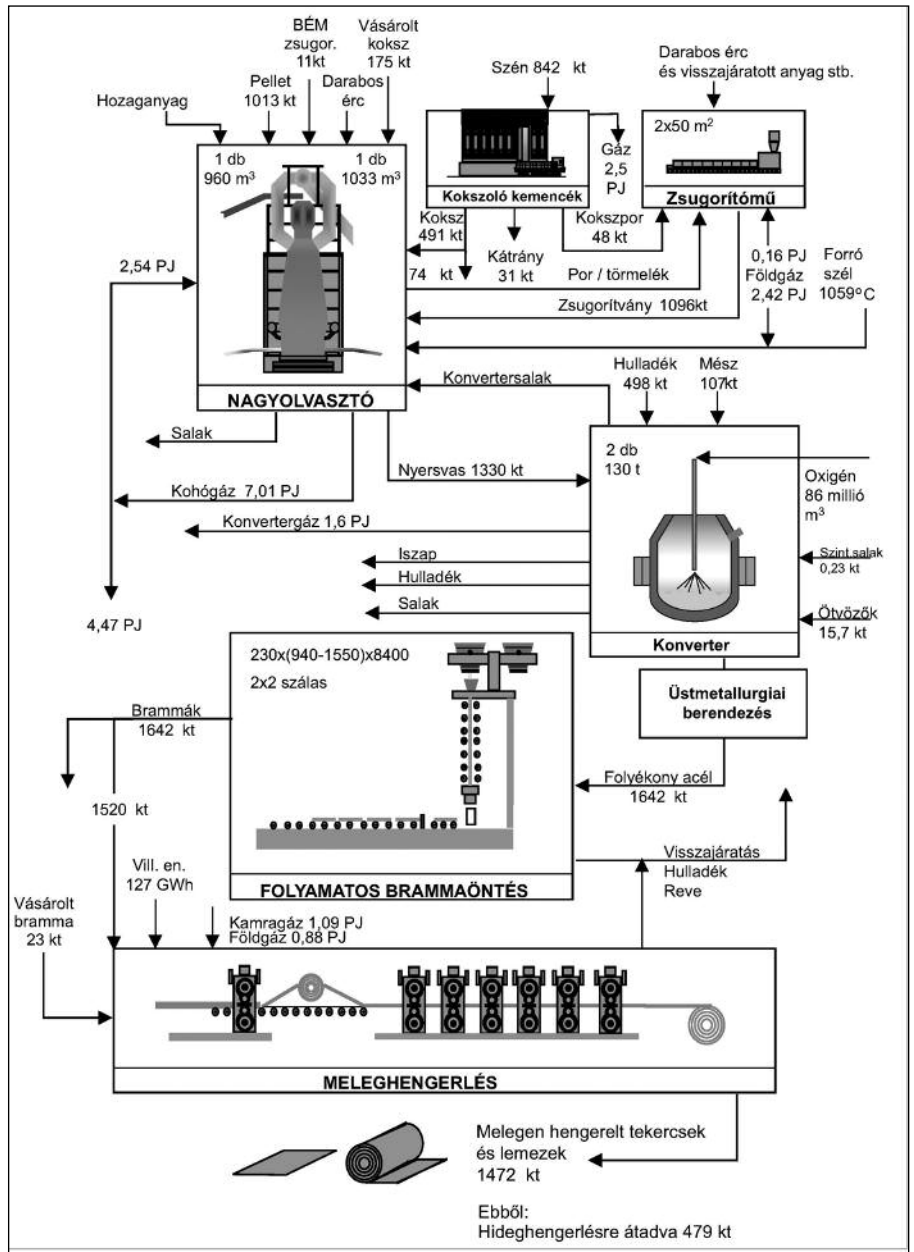
A bugák 1250-1260 °C-ra történő hevítésére a mélykemencéknél alkalmasabb két tolókemence – kissé megkésve – 1976-ban és 1987-ben épült fel.

A kemencék konstrukciója és tüzelési rendszere csak részben felelt meg a kívánalmaknak. A kemence-tartósság túl rövid, a fajlagos tüzelőanyag-felhasználás (2,5 GJ/t) elfogadhatatlanul nagy volt.

1994-ben a kemencék több szerkezeti egységét megváltoztattuk. A samott boltozatot tűzálló betonra cseréltük, és a hőki-egyenlítő szakasz átalakítása is megtörtént. Új elven működő, ellenáramú rekuperátorokat építettünk be. Több lépcsőben átalakítottuk az égőket, 1995-ben pedig Siemens tüzelésvezérlést üzemeltünk be. Jelentősen, 1,4 -1,5 GJ/t-ra csökkent az izzítás fajlagos energiafogyasztása, és megfelelő lett a tartósság is. Fontos, hogy a teljesítményt és az energiafogyasztást a rekuperátor mindenkori állapota (tehát az égési levegő hőmérséklete) érdemben befolyásolja.

A kemencék jelenlegi kialakításának elvi rajza (4. ábra) és égőinek jellemzői (1. táblázat) segítségével néhány jellegzetességet külön is kiemelünk.

A kemencék 1. előmelegítő zónájában nem működtetünk égőket. A lehuzathoz közeli zónában tüzelve ui. a füstgázhoz túl sok hűtő-
 vegőt kellene adagolni, hogy a rekuperátorba belépő füstgáz (még elfo-



1. ábra. Az alapvertikum főbb berendezései, anyag- és energiaforgalma

gadható) max. 850 °C-os hőmérsékletét ne lépjük túl, s ez növelné a tüzelőanyag-felhasználást.

A boltozati, 800 kW-os laposlángú égők (és persze a 6–7. zónák 4 MW-os égői is) alkalmasak földgáz és

1. táblázat. A tolókemencék égőinek jellemzői

FELSŐ	Zónák sorszáma	-	2	3	4	5
	Égők típusa	-	laposlángú	laposlángú	laposlángú	laposlángú
	Égők elosztása	db	4 x 6	4 x 6	3 x 6	2 x 6
	Égők száma	db	24	24	18	12
	Égők teljesítménye	MW	0,80	0,80	0,80	0,80
	Zónák teljesítménye	MW	19,2	19,2	14,4	9,6
ALSÓ	Zónák teljesítménye	MW	20	20		1,6
	Égők teljesítménye	MW	4	4		0,4
	Égők száma	db	5	5		4
	Égők elosztása	db x db	1 x 5	1 x 5		2 x 2
	Égők típusa	-	hosszúlángú	hosszúlángú		táska
	Zónák sorszáma	-	6	7		8

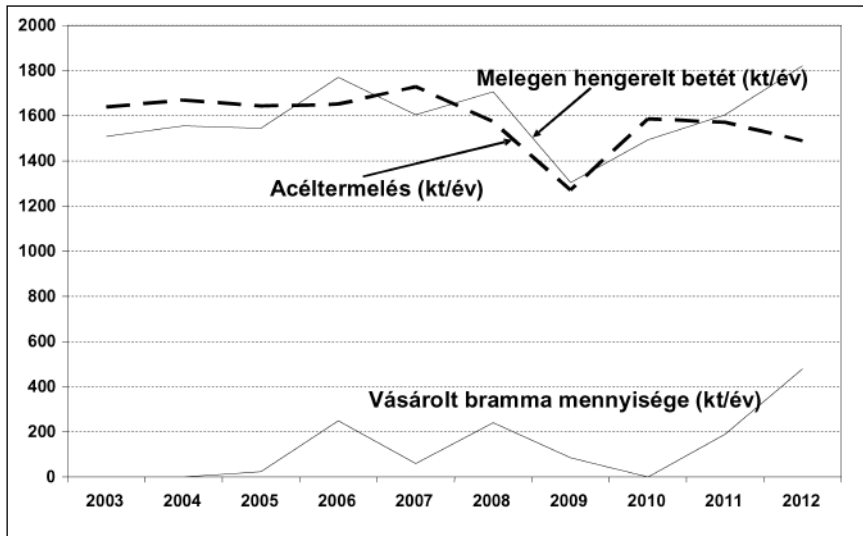
kamragáz (szükségből ezek keverékének) eltüzelésére. A kokszolóműtől érkező (sajnos túl sok szilárd szennyezőt tartalmazó) kamragáz tüzelésekor van lehetőség az égőknek az esetenkénti tisztítására is. 1997-ben saját kísérleteink után a 800 kW-os égőket úgy alakítottuk át, hogy azok zajszintje kamragáz tüzelésnél se lépje túl a megengedettet [3].

A beépített égőtjeljesítmény 107 MW, de a szokásos izzítási teljesítménynél a szükséglet csak 50 MW, mely 10 000 m³/h kamragáz vagy 5000 m³/h földgáz eltüzelésével biztosítható.

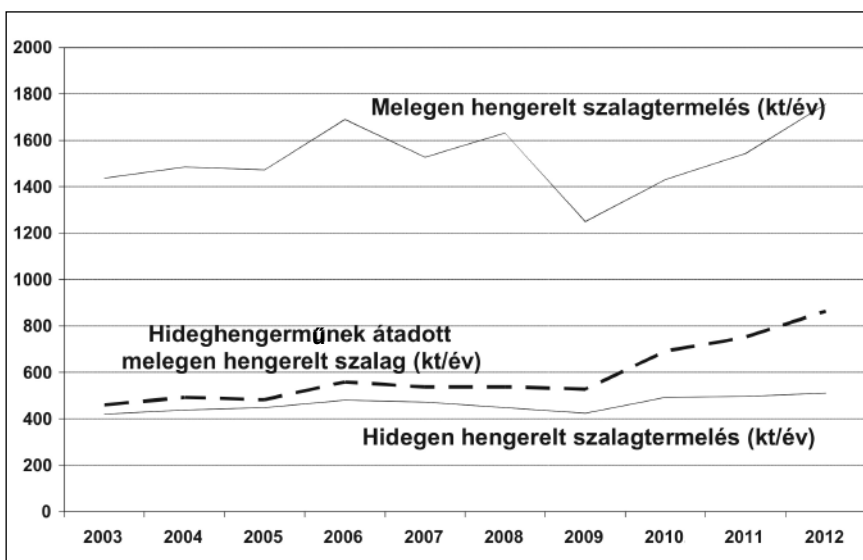
A kemencék tervezésekor (1976!) azok szélességi méretét kellő előre látással választották meg. A saját öntöműben ui. max. 8700 mm hosszú bugák lennének gyárthatók. A megépült kemencékbe – az oldalfalak épségének veszélyeztetése nélkül – 8400, ill. két sorban 3000–4200 mm hosszú bugák adagolhatók (4. ábra). Az öntőgépeken – a hengersori adottságokhoz és a megrendelésekhez alkalmazkodva – jelenleg 8 típusban 860–1550 mm széles bugákat öntenek. Az öntött bugák legnagyobb tömege 230, ill. 250 mm bugavastagság esetén 23,4–25,5 t. A döntés bölcs voltát mutatja, hogy az 1988-ban telepített előlemezcsévéelő és az 1999-ben (a korábbi 15 tonnás helyett) beüzemelt lemezcsévéelő 25 tonnás. A kemencék sajnos nem elég hosszúak, mert csak a szükségtelen né vált, 70 t/h-ás tolókemencék helyére lehetett ezeket telepíteni.

A bugák a kemencefenéken négy stabil, vízzel hűtött sínre csúsznak, ezért rajtuk a hőkiegyenlítő szakaszhoz (a monolit fenékhez) érve sínnyomok alakulnak ki. A nyomokban a bugahőmérséklet kisebb az átlagosnál. A bugán belüli hőmérséklet – elfogadható mértékű – kiegyenlítődéhez tapasztalataink szerint 37-43 perc időre van szükség ahhoz, hogy a lemezvastagság-szabályozásnál ne legyen probléma. A hőkiegyenlítősi időszükséglet az ún. monolit idő, tehát korlátozza az elérhető izzítási teljesítményt.

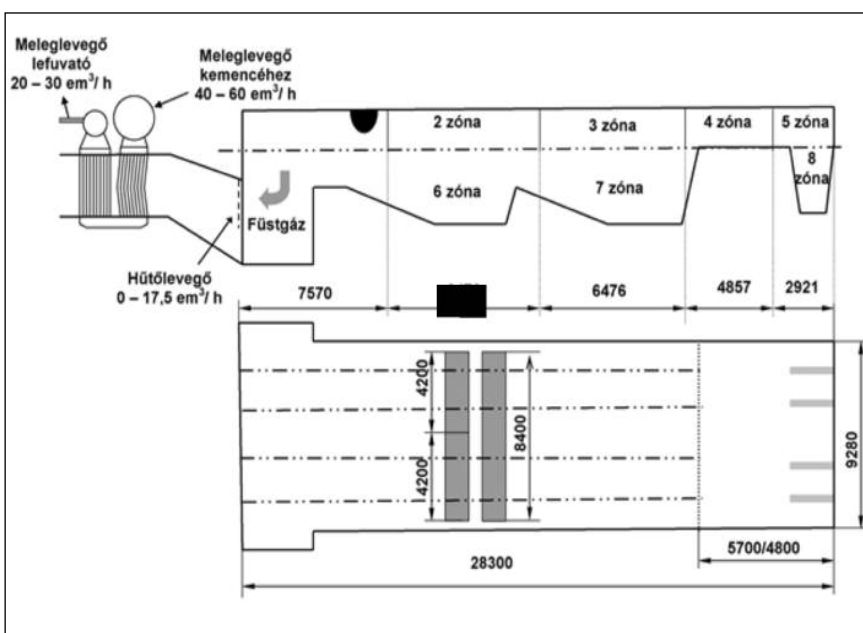
A teljesítmény növelésének általunk is kipróbált lehetősége lenne pl. a kemencezónák térhőmérsékletének növelése. Sajnos ez többlet



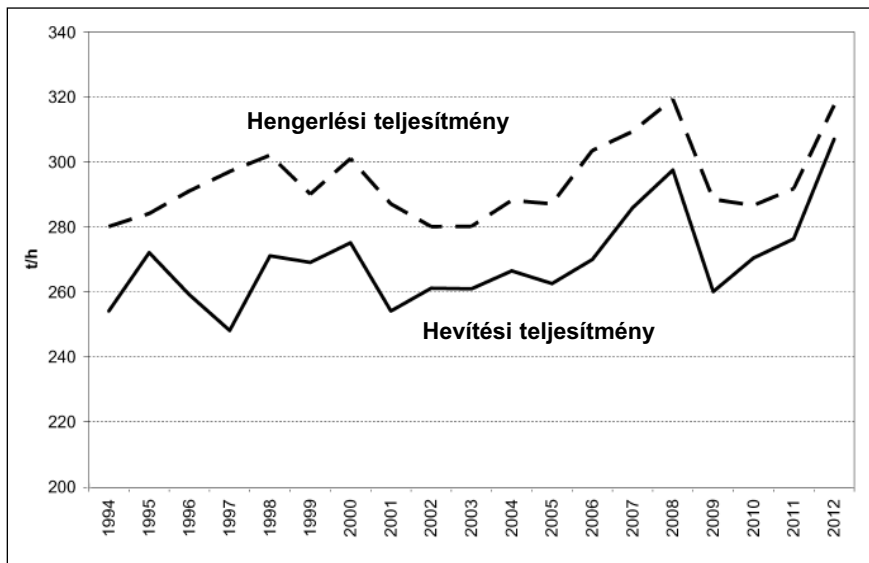
2. ábra. Meleghengerlésre került acélbugák mennyisége származás szerint



3. ábra. Melegen és hidegen hengerelt acélszalag-termelés



4. ábra. A Dunaferri tolókemencéinek főbb méretei



■ 5. ábra. Hengerlési és hevítési teljesítmény

adódik, hogy a lemezvastagság-szabályozás eredményét kevésbé érzékenyen befolyásolja a „sínnyom”. A monolit idő csökkenthető, így a hevítési teljesítmény nő.

2.3. Az izzítási és hengerlési teljesítmény alakulása

Az 5. ábrán az izzítókemencék hevítési és a hengersor átlagos hengerlési teljesítményét tüntettük fel.

Az elmúlt 20 év eredményei azt mutatják, hogy a két tolokemencével elért izzítási teljesítmény alig változott, és alatta maradt a hengersor igényének. A hengersort csak melegítési időszakok közbeiktatásával tudtuk izzított bugával ellátni.

2. táblázat. A léptetőgerendás kemence égőinek jellemzői

	Mértékegység	Előmelegítő	Hevítőzóna 1	Hevítőzóna 2	Hőkiegyenlítő zóna	
Zónák sorszáma	–	1	3	5	7 és 8	
FELSŐ	Égők típusa	–	hosszú lángú	hosszú lángú	lapos lángú	lapos lángú
	Égők elosztása	db	3 + 3	3 + 3	5 x 6	4 x 3 + 3 x 4
	Égők száma	db	6	6	30	12 + 12
	Égők teljesítménye	kW	2800	3300	640	400
	Zónák teljesítménye	MW	17	20	19	5 + 5
	Zónák teljesítménye	MW	20	24	24	13
ALSÓ	Égők teljesítménye	MW	3,3	4	4	1,2
	Égők száma	db	6	6	6	11
	Égők elosztása	db + db	3 + 3	3 + 3	3 + 3	1
	Égők típusa	–	hosszú lángú	hosszú lángú	hosszú lángú	hosszú lángú
	Zónák sorszáma	–	2	4	6	9

salakolást tesz szükségessé (értsd a kb. 1,5%-os reveképződés mértékéért), és a kemencefalazat is nagyobb mértékben károsodik.

A célszerű zónahőmérsékleteket tapasztalataink útján állapítottuk meg, és más lehetőség híján a zónákat ezekre az állandó hőmérsékletekre szabályozzuk.

2.2. A tolokemencék 2007. évi átalakítása és a hengersor automatizálása

A meleghengermű szűk keresztmetszete 2000 táján is a bugaizzítás volt. A hengermű szakemberei már ekkor és az ezt követő években is javasolták új izzítókemence építését [4, 5]. A vállalat vezetői az új kemence várható üzembe helyezése előtt intézkedtek a meglévő tolokemencék teljesítményének lehetséges növeléséről is.

Javaslatukra 2007-ben a kemencék 1. és 2. zónájának határára, a bol-

tozatról „lefüggesztve” ún. füstgáztorló ortt építettünk. Ez a torlás javítja az előmelegítő zónában a füstgáz áramlási viszonyait és a hőátadást. Már ebben a szakaszban a korábbinál nagyobb mérvű a bugák hőmérséklet-növekedése, és valamivel egyenletesebb a bugán belül a hőmérséklet is.

A hengersor automatizálásának 2007. évi új megoldása – számos egyéb előny mellett – közvetett módon kedvezően hatott az izzítókemencék elérhető teljesítményére is. Az automatizálás a kemencéből történő bugakiszedéstől a lemezcsévélig terjed ki. A Convertean (CVT) rendszer mellett nem kész szűrőstervek és beállítások alapján történik a hengerlés. A rendszer az alapanyag és a gyártandó termék paramétereit, valamint a technológiai jellemzők (hőmérséklet, hengerátmérő stb.) alapján állítja elő a szűrőtervet, s azt darabról darabra finomítja. Mindebből

Az ábra görbéin érzékelhetők a 2007-es fejlesztések eredményei. Az átlagos kemencénkénti izzítási teljesítmény 130-132 t/h-ról 143-148 t/h-ra, kb. 10%-kal nőtt. Az esetenként elérhető maximális izzítási teljesítmény 2004-ben 145 t/h volt [5], a fejlesztések után ez is kb. 10%-kal, 160 t/h-ra volt növelhető.

A görbék további alakulását a válság és 2012-től az új léptetőgerendás kemence üzembeállítása határozta meg.

3. A léptetőgerendás kemence létesítése

3.1. A szállított kemence műszaki jellemzői

A tulajdonosok 2006. szeptember 19-én a DANIELI CENTRO COMBUSTION (továbbiakban: DCC) céggel szerződést kötöttek egy 280 t/h név-

leges teljesítményű léptetőgerendás kemence szállítására.

A Dunaferr privatizációjában résztvevő cégcsoport két évvel korábban már telepített ezzel a céggel a Dunaújvárosban kitűzött termelési célnak – méreteiben és teljesítményében – megfelelő kemencét, így érthető, hogy a már ismert szállítóval jött létre a kontraktus.

A 6. ábrán látható, hogy a kemencébe max. 10 500 mm hosszú bugákat lehet egy sorban adagolni. Ilyen hosszú és 1550 mm széles buga tömege 230, illetve 250 mm-es bugavastagságnál 28,2–34,1 tonna lenne. Az előlemezcsévélő még nincs ilyen terhelésre megerősítve, a 35 tonnás lemezcsévélő pedig nincs üzembe helyezve. De hát a tolókemencéket is az akkor (1976-ban) feldolgozhatónál nagyobb tömegű bugákra tervezték. Az új kemencébe most a tolókemencékével azonos, 8400 mm hosszú bugákat adagolunk. A „rövid” bugák hossza 4300–5200 mm.

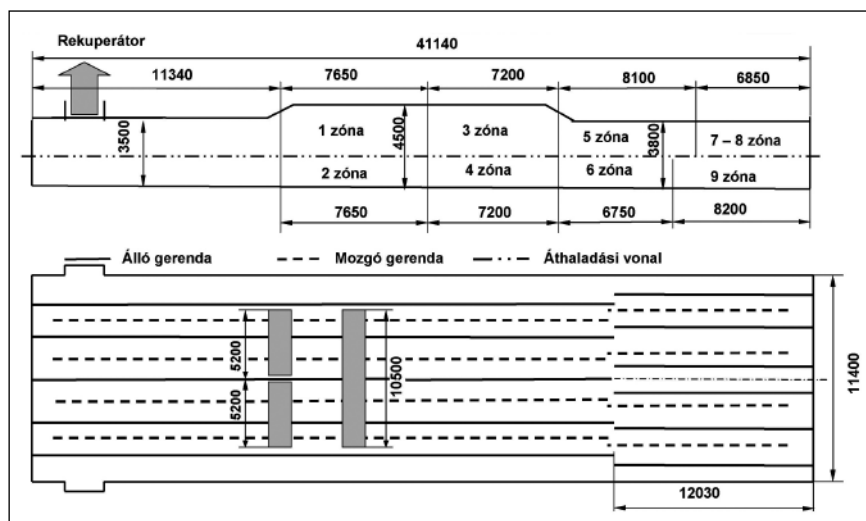
A sémarajzon feltüntettük a kemencefenéken a stabil és a mozgó, vízzel hűtött síneket (gerendákat). Látható, hogy a hevítő és a hőki-egyenlítő szakaszban a sínek eltoltan vannak beépítve, így a kiadott bugákon már nem jelentkezik a tolókemencéknél jellemző sínnyom.

A kemencékben a bugák előrehaladása nem tologép által történik. A kemenceágyat (a mozgó gerendákat és a bugákat) két hidraulikus henger mozgatja. A gerendák fel-le mozgását rámpán guruló kerekek, az előre mozgást egy alapkeret kerekeken gördülve biztosítja.

A kemencére 95 égőt szereltek fel (2. táblázat). Az égőkön sajnos, csak elvben lehetne kamragázt eltűzteni. A mi szennyezett kamragázunkat használva az égők eldugulnának, és a kialakításuk olyan, hogy azok mechanikusan nem tisztíthatók. Ez különösen nyári időszakban jelentős gázgazdálkodási problémát okoz.

A beépített égőt teljesítmény 147 MW, de 200 t/h izzítási teljesítmény-nél a hőigény csak 70 MW, teljes terhelésnél 95 MW lenne. Ez 7000, illetve 9500 m³/h mennyiségű földgáz eltűzelésével biztosítható.

A kemencét teljes mértékben automatikus üzemmódúra tervezték. A tüzelésszabályzást, a bugák beadá-



■ 6. ábra. A léptetőgerendás kemence főbb méretei

3. táblázat. Szerződésben garantált műszaki jellemzők

Sorszám	Leírás	M.e.	Érték
1	Izzítási teljesítmény	t/h	280
2	Tüzelőanyag-fogyasztás	GJ/t	1,2 ±5%
3	Kiadási hőmérséklet	°C	1260 ± 10
4	A bugák darabon belüli hőmérséklet-egyenletessége	°C	20
5	Égéslevegő hőmérséklet a rekuperátorból kilépő oldalán	°C	510
6	Reveképződés	%	0,6±10%

sát és kiszedését is a hengerlési programhoz igazodva, automata irányítja. Az ún. bugamedzsmint a léptetőgerendás, valamint a I. és II. tolókemencék bugaforgalmazását is vezérli. A matematikai modell a hengersori állások idejének figyelembevételére is képes. (A tolókemencékben a tolás továbbra is kézi irányítású.)

A kemencének a szállító által garantált főbb paramétereit a 3. táblázatban tüntettük fel. A DCC ezeket az értékeket a szállítási szerződésben rögzített referencia körülmények mellett garantálja. A referencia buga 230 x 1300 x 9700 mm méretű, a bugabeadási hőmérséklet 25 °C, a fűtőanyag minimum 34,6 MJ/ m³ fűtőértékű földgáz. (Ettől eltérő feltételeknél a tüzelőanyag-felhasználás, a teljesítmény és a reveképződés értékére korrekciót kell alkalmazni.)

3.2. A kemence megépítése és üzembe helyezése

A kemencét a meleghengermű mélykemencéi helyére építették. Az építési területet a Dunaferr az építkezés

kezdetére felszabadította és előkészítette.

Az építés (mondhatni) első üteme 2008 tavaszától az év végéig folyt, a falazat kiszáríthatóvá vált, és kiszárításra is került. A projekt folytatásáig ekkor a válság miatt felfüggesztették, befejezéséről 2011. év végén határoztak.

A hátralévő munkákat a DC és a Dunaferr szakemberei 2012. január 16-tól közösen végezték, mely alól kivétel az automatizálás, melyet a DCC önállóan épített ki. Valójában ezt a rendszert teljes egészében ekkor kellett megépíteni.

A Dunaferr és a DCC szakemberei megállapították, hogy 2008 óta az addig megépült egységeket érdemi károsodás nem érte. A munkák a március közepéig tartó nagy hideg miatt elhúzódtak, a vízrendszeren lefagyások történtek stb. Csak áprilisban kerülhetett sor teljes körűen a „hideg” mozgatási próbákra [6]. Számos módosítás után a kemencét május 31-én gyújtottuk be, és a kemencében izzított első bugákat június 6-án hengereltük ki.

A beszabályozások termelés köz-

4. táblázat. A meleghengermű teljesítménymutatói 2012. IX–XII. hó

Megnevezés		m.egys.	szept.	okt.	nov.	dec.
Hengerelt betét tömege	összes	t	166 214	166 378	163 746	172 595
	léptető gk.	t	98 202	98 991	97 779	102 964
Fajlagos tüzelőanyag-felhasználás	II. tolókem.	t	68 012	67 387	65 967	69 631
	átlag	GJ/t	1,36	1,39	1,34	1,33
	léptető gk.	GJ/t	1,31	1,32	1,27	1,26
Hevítési teljesítmény	II. tolókem.	GJ/t	1,42	1,49	1,44	1,43
	léptető gk.	t/h	191,3	191,5	198,00	193,75
	II. tolókem.	t/h	132,5	130,3	133,00	131,03
Hengerlési teljesítmény	összes	t/h	323,80	321,80	321,00	324,78
	hengersor	t/h	326,60	323,10	332,80	326,90

ben, a két tolókemence együttes üzemeltetésével folytak. A kezelők számára gondot jelentett, hogy a rendszer alapvetően eltért a korábról. A bugák pozicionálásával is sok problémánk volt, olyannyira, hogy egyszer a buga a kemence oldalát összetörte, és ezt a hibát csak a kemence leállításával tudtuk kijavítani. Az akadozó üzemmenet miatt a reveképződés is nagy volt, s ez is akadályozta a folyamatos üzemeltetést.

Az elfogadható izzítási teljesítményen való üzemeltetés végett július 9-én az egyik (az I. számú, viszonylag elhasznált rekuperátorú) tolókemencét leállítottuk, és két kemencével termeltünk tovább.

A kemence tesztpróbáit július 21-én el tudtuk végezni. A fajlagos tüzelőanyag-felhasználást és a reveképződést vizsgáltuk, ez utóbbi végett két csiszolt felületű bugát is beadtunk.

A teszt idején a referencia körülményként előírt 9700 mm-rel szemben 7814 mm volt a bugák átlagos hossza. A kemenceteljesítmény 197,6 t/h, a fajlagos földgázfelhasználás 35,09 m³/t értékű volt. A fajlagos energifogyasztás (a Dunaferrben nyilvántartott földgáz fűtőértékkel számolva) 1,37 GJ/t-nak adódott. A már jelzett korrekciók szerint az adott körülmények között 1,44 GJ/t-val a garanciavállalás teljesítettnek tekinthető.

A reveképződést a csiszolt bugák felülete, a rajtuk képződött reves vastagsága, vastartalma és sűrűsége alapján határoztuk meg. A mért és így számított reveképződés a két bugán 0,576, ill. 0,544% volt, ez kisebb 0,6%-nál. Az eredmény különösen jó,

ha figyelembe vesszük, hogy a névlegesnél kisebb teljesítmény miatt a bugák „többlet időt” is töltöttek a kemencében.

A bugák darabon belüli hőmérséklet-egyenletességét a hengersonon több ponton mért lemezhőmérséklet alapján ellenőriztük, és jónak találtuk. A Coil-box előtt a lemez eleje és vége között max. 50 °C volt a hőmérsékletcsökkenés. Figyelembe véve, hogy az előlemez a nyújtás során hűl, és a készsorig még érvényesül a Coil-box hőmérséklet kiegyenlítő hatása is, az eredmény kiváló.

A nyári nagyjavítás után, az év utolsó négy hónapjában is az új léptetőgerendás és a II. számú tolókemence üzemeltetésével láttuk el a hengersort izzított bugával.

4. Termelési eredmények és további teendők

A két izzítókemence teljesítményének arányát hozzávetőleg 40-60%-ra állítottuk be (4. táblázat).

Az adatok mutatják, hogy – az elégséges izzítókapacitás mellett – lehetőség nyílt a hengerlési teljesítmény növelésére.

A II. számú tolókemencét kedvező, 130-132 t/h teljesítményen járattva a kemencéből csak enyhe sinnyomot mutató bugákat adtunk ki.

Az új léptetőgerendás kemence fajlagos energifelhasználása is jó, különösen, ha figyelembe vesszük a szerény kemencefenék-kihasználást és az optimálisnál kisebb izzítási teljesítményt. Az persze tény, hogy a kemence rekuperátora ép, keveset használt, tehát az égési levegő hőmérséklete is optimális volt.

Problémák – a már jelzett gázgázdálkodási nehézségeken túl is – azonban még vannak.

- Ezek:
- A bugapozicionálás nem működik tökéletesen, fejlesztés alatt van.
 - A kemence térfogat-szabályozása – a felső füstgázvezetés miatt – pontatlan.
 - A kiadó oldali ajtók hűtővíz tömlői lengenek, esetenként repednek. A DCC-től vízűtés nélküli ajtó tervezését várjuk.

Végül köszönetet mondunk az új kemence létrehozásában valamennyi közreműködőnek. Reméljük, hogy a hengersor fejlesztése a megtorpanás után folytatódik, és a termelés egyre gazdaságosabb lesz.

Irodalom

- [1] Takács I. – Szente T.: 60 éve kezdődött Dunapentele határában egy új vasmű építése. BKL Kohászat, 2010. 5. szám 6. o.
- [2] Varga O. – Dömötör Zs.: Új fejezet kezdődött a hideghengermű történetében. Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények 2012. 4. szám 141–151. o.
- [3] Bak J. – Takács I.: Mérsékelt zajhatású kamragáz – földgáz tüzelésű laposlángú égők kifejlesztése acélizzító kemencékhez. (A Tüzelés és Hőtechnika VII. Nemzetközi Tudományos Konferencián, Miskolcon az Akadémiai Bizottság székházában 1997. május 27-én elhangzott előadás.) Írásban megjelent a konferencia angol nyelvű kiadványának 87–89. oldalain.
- [4] Bánhegyesi A. – Kokas T. – Lontai A.: Az 1700 mm-es fél-folytatólagos melegszalagsor fejlesztése. BKL Kohászat, 2000. 9–10. szám 352–356. o.
- [5] Lontai A. – Takács I.: A Dunaferr acélbuga-izzító kemencéi kapacitásának vizsgálata. BKL Kohászat, 2005. 3. szám 1–9. o.
- [6] Lontai A. – Polányi T.: Léptetőgerendás kemence beüzemelése az ISD Dunaferr Zrt. meleghengerművénél. Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények 2012. 4. szám 195–204. oldal.

Tájékoztató a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés március 7-i üléséről

Az ülést *Lukács Péter PhD*, az MVAE elnöke vezette.

Az első napirendi pontban dr. Tardy Pál, Stefán Mária és Zámbó József foglalta össze **A világ- és a magyar gazdaság helyzete, acélpipiaci kilátások 2013-ban** c. írásos előterjesztést.

Tardy Pál emlékeztetett arra, hogy a 2009. februári taggyűlésen a válság lefolyását találgattuk: V vagy W alakú lesz-e, de a jelenlegi kilátások szerint a jelentősen emelkedő szakasz még nem várható a közeljövőben. A WTO előrejelzés szerint globálisan idén gyenge erősödés várható, az EU gazdasága azonban lényegében stagnálni fog.

A nyersacéltermelés követi a világválság lefolyását, EU szinten ez évben sem várható jelentős javulás, a 2007-es acéltermelési szint többé nem érhető el. Az ipar részaránya a GDP-ben EU-átlagban az elmúlt években folyamatosan csökkent, kivétel ez alól Németország; a fenntarthatóság érdekében az ipar részarányát EU szinten is fel kell emelni legalább 20%-ra.

Ennek jegyében az Európai Bizottság „Magasszintű Kerekasztal az Európai Acélipar Jövőjéről” címmel megbeszéléssorozatot kezdeményezett, melynek fő célja javaslatok kialakítása az Európai Acélipar Akciótervének kidolgozásához. A Kerekasztal februári ülésén számos javaslat született: például az EU-n belüli illegális acélkereskedelem kiszűrése, a klímavédelmi, az ipari kibocsátásokkal és a BAT bevezetésével kapcsolatos intézkedések ne rontsák a szektor versenyképességét, a kvótaeladások bevételéből támogassák az energiateljesítmény és a CO₂-kibocsátás csökkentését célzó fejlesztéseket stb.

Stefán Mária kiemelte, hogy a GKI prognózisa szerint a 2012-es 0,5%-os csökkenés után 2013-ban 1%-os emelkedés várható az ipari termelésben, ugyanakkor némi visszaesés következhet be az építőipar, a keres-

kedelem, az egyéni fogyasztás és a beruházások terén, növekedés várható az export, az import és az infláció területén, a GDP és a munkanélküliség nem változik.

Hazánkban az acélfelhasználás döntő hányadát 4 fő szektor teszi ki: a fémfeldolgozás, gépgyártás, járműgyártás és az építőipar. Az építőipar és a fémfeldolgozás területén tovább csökkent a termelés, de a gépgyártás 0,9%-kal, a járműgyártás 8,5%-kal emelkedett.

Hazánkban mind a beruházási, mind a forgóeszköz hitelek állománya 4 év alatt jelentősen csökkent. Könnyen belátható, hogy a hitelek ilyen mérvű csökkenése versenyképességünket rontja, mert elindult egy spirál: csökkentek a fejlesztések → csökken a GDP → tovább mérséklődnek a beruházások. Emellett a rövid lejáratú hitelek hiánya a termelésbővülést szintén akadályozza.

A magyar vállalkozások várakozásai a januári adatok szerint rövid távon egyöntetűen pozitív irányban változtak 2012 végén, a következő fél évre vonatkozó valamennyi mutató értéke meredeken nőtt.

Zámbó József felhívta a figyelmet arra, hogy az Európai Bizottság januártól megszüntette az import megfigyelési rendszert a belső határokon, aminek hatása már látszik a beérkezett adatok pontosságán.

Diagramokon és táblázatokban mutatta be a hazai acélfelhasználás és acéltermelés alakulását, a belföldi értékesítés, az export és import változását az egyes termékcsoportoknál, valamint az egy évvel ezelőtti előrejelzések pontosságát elemezte. Megfigyelhető, hogy az acélipar nem a kormány kedvence, de ugyanez látható az EU-val kapcsolatban is; a jó exportpolitika a cégek túlélésének feltétele. Minden termékcsoportnál megfigyelhető a magas import arány, ez nagyrészt annak tudható be, hogy nem azonos a termékválaszték a felhasználási struktúrával.

Markó István az ISD Dunafer-

Dunai Vasmű Zrt. részéről kiemelte, hogy az európai gazdaság legjobban teljesítő országának tekintett Németországot is felülmúlják az ausztriai adatok. Térségünkben Lengyelország gazdasági kilátásai a legjobbak, utána Szlovákia következik, bár ott az állami beruházások 0,5%-os csökkenése várható, Csehországban a magán és az állami beruházásokon kívül a gazdasági mutatók emelkedését várják.

A hazai gazdaságot jelentősen befolyásolja a kiszámíthatatlan, növekedésellenes gazdaságpolitika, az „extraprofit” megadóztatása, a kis beáramló és a nagy kiáramló tőke. Az építőiparban a körbetartozások, a minimális állami beruházások és a lakáspiac pangása miatt nem várható jelentős változás a közeljövőben. Egyéb felhasználási területeken némi emelkedésre van kilátás, kiemelkedő felhasználás-növekedés az autóiparban várható.

Sztankievics László, az Ózdi Acélművek Kft. értékesítési vezetője elmondta, hogy 2012-ben a termelésük jelentősen lecsökkent a 2011. évi – nem túl magas – szinthez képest. A csökkenésnek alapanyag-ellátási okai vannak, piac lenne, de az alapanyag beszerzése pénzügyi okok miatt probléma.

A hozzászólások során *Lukács Péter* felvetette egy, az acéliparral foglalkozó konferencia megszervezését ősszel, amire a felhasználói szövetségeket, minisztériumok képviselőit, társszövetségeket, saját tagvállalatok vezetőit, fontosabb vevőkört, szakszervezetet kell majd meghívni.

A 2. napirendi pontban a taggyűlés elfogadta a 2013. évi üléstervet (összesen 4 ülés), majd a

3. napirendi pontban *Szabados Ottó*, az MVAE igazgatója adott tájékoztatást a szervezet 2012. évi gazdálkodásáról és 2013. évi céljairól.

Tardy Pál

RICK TAMÁS – PORTÖRŐ BALÁZS

A gyártmányfejlesztés jelentősége a FÉMALK Zrt.-ben

A cikk egy autópári beszállító cég, egy nyomásos alumíniumöntöde sikertörténete kapcsán bemutatja, miként járult hozzá a gyártmányfejlesztés a vállalkozás kiváló eredményeihez. A szerzők példákön keresztül ismertetik a gyártmányfejlesztés feladatait, tevékenységét, lényegében azt, hogy a fejlesztői munka minként erősíti egy termelő vállalat beszállítói láncban elfoglalt helyét, miként biztosítja számára egy kiélezett versenyben azt a pozíciót, amely a jelenlegi gazdasági helyzetben az expanzió lehetőségét is magában rejti.

Bevezetés

Az elmúlt 15-20 évben az autópári beszállítókkal szemben támasztott követelmények megváltoztak. Ez a változás nem csak az egyre szigorodó minőségügyi előírások, rendszerek terén jelentkezett, hanem a beszállítóktól elvárható szolgáltatások bővülését is jelentette. Az autógyárak, az OEM-ek (Original Equipment Manufacturer – Eredeti alkatrész gyártó) észlelhető célja az volt, hogy költségeiket csökkentsék, s így a legszűkebb magkompetenciáikat tartsák meg maguknak. Ami annyit jelent, hogy leginkább előfejlesztéssel, összeszereléssel, magas szakkompetenciát igénylő speciális alkatrészek gyártásával foglalkoznak. A járműkonceptiók kidolgozása után az egyes alkatrészek gyártáshelyes, a technológiának megfelelő illesztését már a beszállítóktól várják el. Ez megköveteli, hogy a gyártóhelyek fejlesztői bázist építsenek ki, vagy külső erőforrás igénybevételevel biztosít-

sák a vevők ilyen irányú igényét.

A beszállítói lánc egyes elemei, így a FÉMALK (Fémöntészeti és Alkatrészgyártó) Zrt. is, szembesültek ezzel az egyre határozottabban jelentkező igénnyel, ezért – és hogy a beszállítói láncban elfoglalt helyüket is stabilizálják –, az általuk nyújtott szolgáltatási palettát bővíteniük kellett. Természetesen a beszállítói körben való maradásnak további követelményei is vannak, pl. a minőség vagy a költséghatékonyság az elsődleges tevékenységben mindenképpen alapvető igény. Ha egy gyártó vállalat, egy öntöde nem képes a folyamatos fejlődésre, gyártási folyamatainak egyre magasabb szintű kézbentartására, előbb-utóbb nem fog tudni versenyképes hozzáadott értéket nyújtani a vevői számára, és kikerül a beszállítók listájáról.

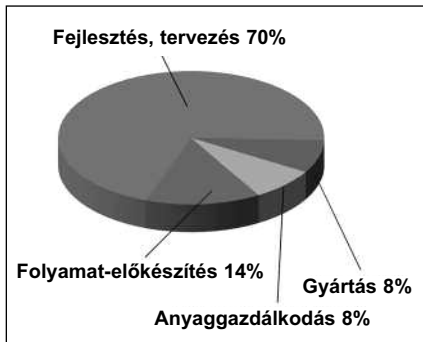
Napjainkban az autógyárak az egyre „zöldebb” és egyre olcsóbb autók irányába mozdulnak el. Céljaikat részben tömegcsökkentéssel, az acél alkatrészek alumíniumból

vagy polimer alapanyagból készített alkatrészekre történő cserélésével, ill. a szükséges funkciókat egy alkatrészben integráló, bonyolultabb szerkezetekkel érik el. Az integrált alkatrészek talán leghatékonyabb gyártástechnológiája az öntés. A FÉMALK Zrt., ill. jogelődje már több mint 20 éve autópári beszállító a nyomásos alumíniumöntvények területén. Az utóbbi években mutatott sikerének, látványos fejlődésének egyik kulcsa, hogy egy mérnökökből álló gyártmányfejlesztő csoport dolgozik a vállalatnál, amelynek fő feladata a vevői követelményeket kielégítő, gyártáshelyes konstrukciók kidolgozása. Ma a cég ügyfélkörének több mint 90%-a olyan vevőkből áll, akik nagyban támaszkodnak a fejlesztői szolgáltatásokra, sőt megkövetelik azokat. A fejlesztés megléte azonban önmagában nem elegendő a vállalat sikeres előmeneteléhez, hiszen a szerszámtervezés és szerszámgyártás, a technológia, a gyártás, sőt a gyárfejlesztés területén is csak napi szintű fejlődéssel lehet garantálni a vállalat előrehaladását, s ezzel biztosítani az elért piaci pozíciókat. A felsorolt területek együttesen adják azt a magkompetenciát, esetünkben egy fejlesztéssel támogatott öntödét, amit a járműipari cégek, az OEM-ek ma már elvárnak egy öntödétől.

A vevő részéről átruházott fejlesztői felelősség számos ponton befolyásolja a végtermék költségét, minőségét és tulajdonságait. Az irodalom szerint [1] a fejlesztés folyamán hozott döntések 70%-ban határozzák meg a végtermék költségét (1. ábra). A fejlesztési fázis után, mint termékhez köthető tulajdonság, a minőség 70%-ban, a határidők 80%-ban, a ter-

Dr. Rick Tamás 2000-ben diplomázott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, 2009-ben szerzett doktori fokozatot tervezési folyamatok optimalizálása témakörben. Ekkor helyezkedett el a FÉMALK Zrt. termékfejlesztési osztályán, 2010-től a vállalat termékfejlesztési vezetője.

Portörő Balázs 2009-ben szerzett diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán. 2010 óta dolgozik a FÉMALK Zrt. termékfejlesztési osztályán.



■ 1. ábra. Egyes tevékenységek részesedése a végtermék költségében [1]

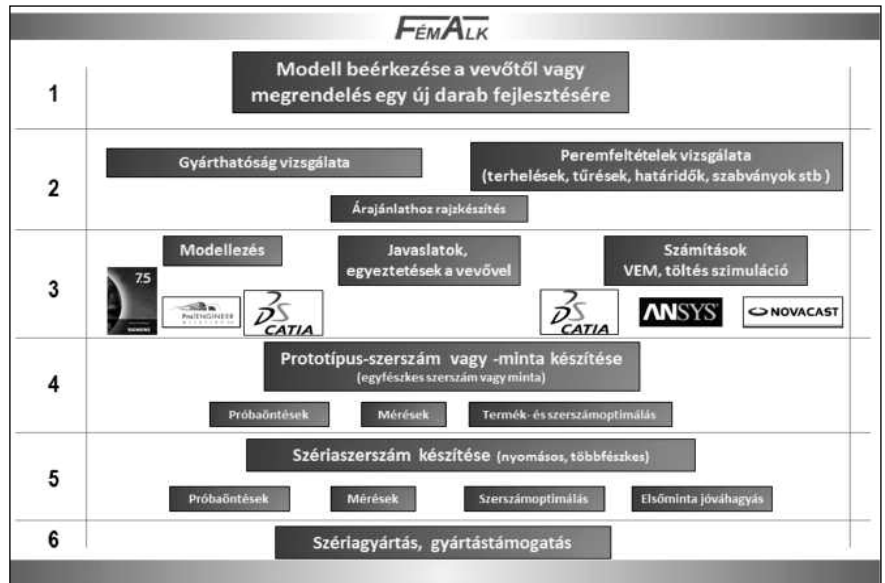
melési költségek 60%-ban és a funkcionalitás 90%-ban meghatározott.

A fejlesztéstől a szériatermelésig

A FÉMALK Zrt.-ben a gyártmányfejlesztéssel foglalkozó egység igen komoly szerepet tölt be. Ide futnak be a vevői megkeresések, s végül innen kerülnek ki a termelésbe a megrendelővel és a termelést irányító öntödei és gépészeti technológusokkal közösen tesztelt első nyomásos öntvények, illetve a beépítésre kerülő, jóváhagyott termékek.

A cég üzleti folyamatának első szegmensét tehát a Fejlesztési osztály határozza meg, melyet a 2. ábrán mutatunk be.

Első lépésben a Fejlesztési osztály a technológia, a termelés és a szerzőműzem képviselőivel együtt megvizsgálja a darab gyárthatóságát, majd irányelvekben rögzíti a gyártás-előkészítés lépéseit és a termék geometriai kialakításának követelményeit (osztás, magok helye, formaferdeségek stb.). Amennyiben az előbbiek alapján elkészített árajánlatot a vevő elfogadja, megkezdődik a fejlesztési munka. Ez lehet közvetlenül nyomásos öntvény tervezése, vagy egyes vevők esetén prototípus homoköntvények gyártása. A homoköntvény kialakítása azonban nem térhet el a nyomásos öntvény kialakításától. Ez bizonyos esetekben komoly kihívást jelent a homoköntvényt készítő beszállítóinknak. Az a tervezési elv, hogy a termék már a prototípus homoköntvény fázisban a nyomásos öntési technológia sajátosságainak és követelményeinek szem előtt tartásával kerül kialakításra, a vevő számára idő- és pénzmegtakarítást, a FÉMALK számára pedig jelentős ver-



■ 2. ábra. A fejlesztés folyamata

senyelőnyt jelent. Így a végleges szériaöntés eléréséhez vezető útból kimarad egy lépés, a homoköntvényből nyomásos öntvényé történő áttervezés.

A fejlesztés során szilárdsági, dinamikai számításokat (VEM) és töltési, ill. dermedési szimulációkat végzünk, melyek eredményeit kiértékelve addig változtatjuk folyamatosan a geometriát, amíg a peremfeltételek nem teljesülnek. A 3D-s modelleket Pro/E, Catia vagy NX programcsomagok segítségével készítjük el. A végeeselemes szilárdsági és dinamikai számításokhoz a Catia GPS és az ANSYS szoftvereket, a töltés- és dermedésszimulációkhoz a Nova-Flow&Solid programot használjuk.

Az öntvénygeometria vevő által történt jóváhagyása után a prototípus elkészítéséhez a terveket a szerzőműtervezésnek vagy a homoköntvényt készítő beszállítónak adjuk át. Az elkészült darabokat a vevői előírásoknak megfelelően különböző vizsgálatoknak (statikus törések, fásztóvizsgálatok stb.) vetjük alá. A tesztek a FÉMALK és a vevő párhuzamosan futtatja, s ha minden megfelelő, a folyamat a geometria végleges jóváhagyásával és a szériaöntéshez kialakítandó szerzám megrendelésével zárul.

Innentől a felelősség (nagyobbik fele) átkerül a termeléshez, ők gondozzák tovább a terméket. Hangsúlyozzuk, hogy a gyártmányfejlesztők munkája (más cégeknél tapasztal-

takkal ellentétben) itt korántsem ér véget. Ahogy a tulajdonos, dr. Sándor József fogalmaz: Az öntvényeink, mint a gyermekeink, örökre hozzánk tartoznak, és ha távolabbról is, de a teljes életciklusuk alatt végig figyelniük kell őket.

Példák a cég termékfejlesztéseiből

A FÉMALK fejlesztőmérnökei ma már abban nyújtanak segítséget vevőiknek, hogy az új termék konstrukciójának kidolgozásakor javasolhatják az optimális, akár teljesen új öntvénygeometria kialakítását. A mérnöknek itt szinte szabad keze van az öntvények megalkotásában. Természetesen ez csak a szilárdsági, merevségi és egyéb követelmények betartása mellett történhet. Az autógyárak a szimulációs technikák használatával, a be- és kimeneti adatok verifikálásával (igazoló ellenőrzésével) 15-20 éve eljutottak arra a szintre, hogy a prototípus-, ill. koncepciófázisból ki tudtak hagyni egy hardverfelépítést. Ez azt jelenti, hogy nem szükséges a teljes járművet ismét felépíteni egy köztes prototípus állapotból, elég a virtuális térben ellenőrizni a funkcionális működést. Így kimaradhat egy vagy több valós vizsgálat, ami 8-12 hónappal lerövidíti a szériaérettség eléréséhez szükséges időt. A hangsúly a verifikáláson van, hiszen így elegendő a virtuális modellek felépítése, szimulációs ellenőrzése. Abban az esetben, ha az eredmények megfelelőek,

Az öntvényfejlesztés fázisai

Feladat: Gyártáshelyes modell tervezése a vevő által elvárt peremfeltételek (szilárdság-, dinamikai-, súly-, funkció-, minőség) betartása mellett



■ 3. ábra. Az öntvényfejlesztés fázisai



■ 4. ábra. Csapágycsillapító elem öntvényének fejlesztése

nagy biztonsággal várható, hogy az elkészített prototípus darabok is teljesítik a velük szemben támasztott követelményeket.

A verifikálási folyamat egy öntőde számára első közelítésben a megfelelő alapanyag kiválasztását, az anyagmodell felállítását jelenti, amelynek segítségével pontosabb szilárdsági számítások végezhetők. Az anyagmodellnek, ami gyakorlati-

lag az öntvények anyagának viselkedése, lehetőség szerint tartalmaznia kell a gyártásból eredő bizonytalanságokat, technológiai eltéréseket. Ezt számos, különböző ötvözetből készített próbatestenen végzett szakítópróba eredményéből lehet számítani. A verifikálás pedig a leöntött darab töréstanulmányával történik.

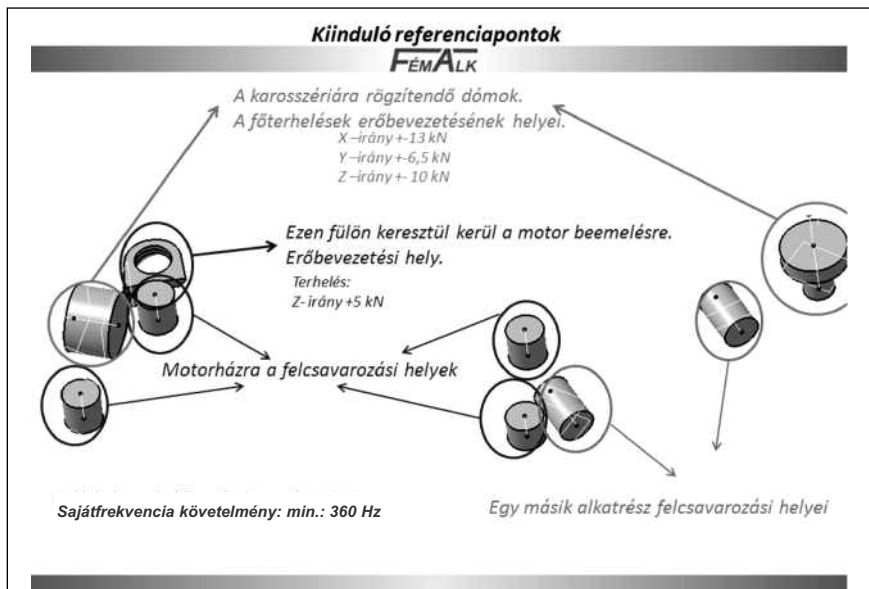
Az első példánkban olyan termékcsaládból választottunk egy öntvényt, melynek a FÉMALK nagyban köszönheti sikereit. A termék kifejlesztésével, mely egy terepjáró hátsó toronycsapágya, az egyik nagy autóiipari rendszer-

beszállító bizott meg minket. A 3. ábrán egy leegyszerűsített folyamatlancon szemléltetjük az öntvényfejlesztés iterációs fázisait.

A vevőnkől kapott szilárdsági előírások és az általa gyártott, majd a mi termékünkbe szerelt csillapító elem beépítéséhez szükséges tér ismerete volt a bemeneti adatunk. A kiinduló geometria és a végeredmény a 4. ábrán látható.

A legnagyobb terhelés, melyet a darabnak törés nélkül ki kellett bírnia, 70 kN volt. Erre kellett méretezni az öntvényt a lehető legkisebb tömeg elérése mellett. A végleges geometria, a versenyképes tömeg elérése miatt, szilárdsági szempontból a határra lett tervezve. A végelelemes szilárdsági számításokhoz természetesen a FÉMALK saját anyagmodelljét használtuk, amely nélkülözhetetlen egy ilyen, nem 30–40%-kal túlméretezett termék esetén. A nyomásos öntőszerkezésszámból kieső első darabokat a vevőnk és mi is azonnal statikai töréstanulmányokhoz vetettük alá. A mért értékek 71–80 kN között váltakoztak. Tehát a vevőnk és nem utolsósorban saját magunk örömeire azokat az eredményeket kaptuk, melyekre számítottunk.

Az első példánkban bemutatott alkatrész, ahogy említettük, a cég egy „jól menő” termékcsaládjának egyik darabja. Második példánk pedig a vállalat további növekedését lehetővé tevő, jövőbe mutató, a motorok és a sebességváltók felfüggesztését szolgáló elemek családjába tartozik. Ezeknek a termékeknek a gyártása geometriai bonyolultságuk, méretezési és öntéstechnológiai nehézségeik miatt nagy kihívást jelentett műszaki szakembereinknek, de a sikeres megoldások nagy előrelépést jelentettek, ill. jelentenek a cég számára. Az elmúlt néhány év megfeszített munkájának eredményeként a FÉMALK hasonló alkatrészekből tíz darab szériában futó, és további 20-25 darab



■ 5. ábra. Autómotor felfüggesztő elem tervezése



■ 7. ábra. A fejlesztési munka lépcsői egy alumínium-öntvényből készült autómotor felfüggesztő elemnél

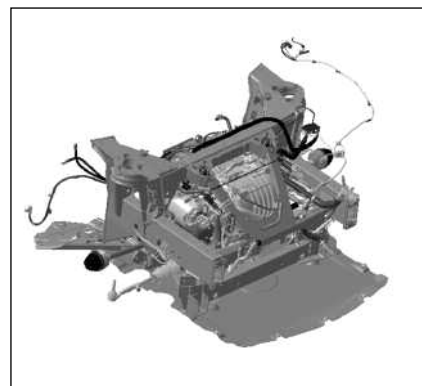
szériagyártás előtt álló vagy fejlesztési fázisban lévő terméket tudhat magáénak.

Ezeknél a daraboknál a vevők és megbízók közvetlenül az autógyár, ami rendkívül sok előnyt és könnyebbé teszi, de annál nagyobb felelősséget jelent. Gyártmányfejlesztési szempontból ezek a legszebb feladatok. Itt a mérnök teret adhat kreativitásának és megmérettetheti szakmai tudását. A feladatot az 5. ábra szemlélteti.

A vevőtől kapott beépítési környe-

A versenyképes fejlesztés kulcsa

Fejlesztési munkánkban nem csak az a cél, hogy könnyű, de szilárdságilag megfelelő, adottságaink között gazdaságosan önthető terméket tervezünk. Ahhoz, hogy egy autógyár a beszállítójára bízva termékei megalkotását, elsősorban bizalom kell. Ezt a bizalmat nagyon nehéz megszerezni, de annál könnyebb elveszíteni. Az igazi kihívás ennek megszerzése és megtartása. A bizalom alapja az állandó, kiváló minőség biztosítása



■ 6. ábra. Egy autó orr-része, a FEMALK is közreműködött a konstrukció kialakításában

minden területen (termelés, technológia, szerszámtervezés, logisztika, fejlesztés stb.) és a napi szintű partneri kapcsolat kialakítása, ápolása.

Vevőink visszajelzései alapján elmondható, hogy sokkal inkább partnerként tekintenek arra a beszállítóra, amelyik nyíltan elmondja véleményét, esetleg építő jellegű kritikáját egy termékkel, folyamattal kapcsolatban, mint azokra, akik minden vevői kérészt gondolkodás nélkül megpróbálnak kielégíteni. A verseny egyre nagyobb az autógyártók között. A gyártók évről évre új autókkal jönnek ki, melyekkel kapcsolatban a tömegcsökkentés elérése érdekében egyre nagyobb elvárásokat támasztanak az alumínium-öntvényekkel szemben is. Éppen ezért a folyamatos tanulás és a naprakész, használható gyakorlati tudás a fejlesztési területeken elengedhetetlen.

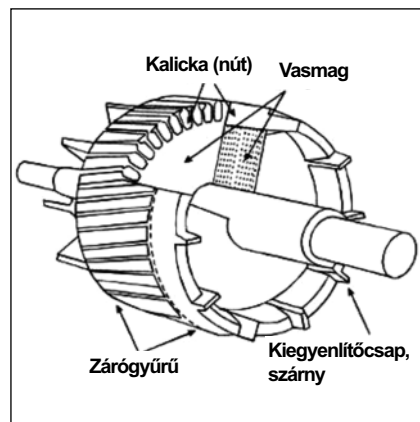
Azok a módszerek, melyek a jelen cikkben is szóba kerültek, hatékony és elengedhetetlen eszközei a gyártmányfejlesztésnek. Viszont csak abban az esetben van értelmük, ha az ezen eszközöket alkalmazó mérnökök szakmailag is elég felkészültek ahhoz, hogy az ezekből származó eredményeket helyesen értékeljék.

Irodalom

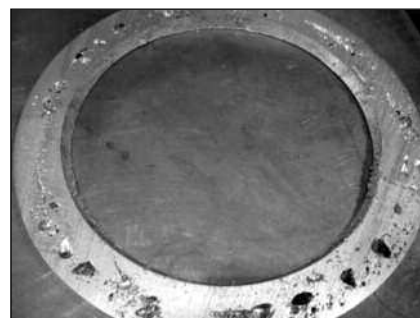
- [1] Pahl, G. – Beitz, W. – Feldhusen, J. – Grote K. H.: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. In Pahl G. – Beitz, W.: Konstruktionslehre. ISBN 3540340602, 2006, Springer-Verlag; Berlin

Öntészeti szimulációs szoftver alkalmazása a KIENLE + SPIESS Hungary Kft.-nél rotoröntvények gyártástechnológiájának kidolgozásában

Napjainkban az öntészeti szimulációs szoftverek szerepe jelentősen megnőtt, mivel alkalmazásuk segíthet bennünket abban, hogy a vevői igényeknek megfelelő termékeket állítsunk elő. A KIENLE + SPIESS Hungary Kft. 2009-ben vezette be öntészeti szimulációs szoftver alkalmazását formatöltési és dermedési folyamatok vizsgálatára. Cikkünkben bemutatjuk, hogy a szoftver alkalmazásával hogyan tudtuk befolyásolni egy adott termék minőségügyi problémájának megoldását, kivizsgálni a hiba okát és segíteni annak elhárítását.



■ 1. ábra. Rövidrezárt gyűrűjű forgórész [1]



■ 2. ábra. Porozitás egy selejt öntvény zárógyűrűjében

Napjainkban az öntészeti technológiát alkalmazó vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fordítanak az öntészeti szimulációs szoftverek alkalmazására. Már a terméktervezés folyamatában használni kell a szimulációs szoftverek eredményeit, hiszen azok az öntvény beömlőrendszerének optimalizálásához hasznos eredményeket adhatnak. Az egyre bonyolultabb geometriájú termékek gyártása során már nem használhatóak a korábban megszokott, rögzült megoldások, kialakítások. A KIENLE + SPIESS Hungary Kft. 2009-ben ezért döntött úgy, hogy egy akkor elkezdett kutatás-fejlesztési projekt keretében öntészeti szimulációs szoftvert vásárol.

A KIENLE + SPIESS Cégcsoport villamos motorokhoz gyárt alkatrészeket. A vállalatok öntészeti szempontból lényeges termékei a rövidrezárt gyűrűvel öntött rotoröntvények és öntvényházak, melyek alapanyaga elsődlegesen nagytisztaságú alumínium, ill. alumíniumötvözet.

2009-ben a KIENLE + SPIESS Hungary Kft. uniós támogatású projekt keretében rézrotorok öntési technológiájának kifejlesztésébe kezdett. Az addig nem alkalmazott fejlesztési munkálatok egy öntészeti szimulációs szoftver alkalmazását igényelték. A beömlőrendszer és a kivelegőztetés kialakításában nagy segítséget nyújtott a szoftver. Munkába vételét követően csak akkor kerülnek gyártásba az öntőszerszámok, miután az öntészeti szimulációk megfelelő eredményt mutatnak, s így várhatóan megfelelő minőségű termékeket tudunk velük előállítani. Jelentős költségsökkenést is elértünk, hiszen már nincs szükség az öntőszerszám elsőszerűsítés (próbaszerszám) gyártására és az utána következő esetleges átalakításokra.

A rézrotorok gyártása során elért sikerek után arra a következtetésre jutottunk, hogy érdemes ezeket az eredményeket, alkalmazásokat a „hagyományos” alumínium rotorönt-

vények gyártásánál is felhasználni.

A nyomásos öntéssel előállított rotoröntvények több részből épülnek fel. Az 1. ábrán látható az ún. kalicka, a trapéz keresztmetszetű gyűrű a szárnyakkal.

A kalickát a zárógyűrű és a közöttük, a vasmag-pakettben lévő nútok és kiegyenlítő csapok alkotják. Ez nyomásos öntéssel készül. Az öntvényen szemben támasztott legfontosabb követelmények egyike a nútok és kiegyenlítő csapok hibamentes kitöltése, ennek eredményeként a nagy fordulatszámhoz igazodóan a tömegkiegyenlítés lehetősége. A fejlesztési feladat a tömegkiegyenlítésre szolgáló csapok kitöltöttségének javítása volt.

A vizsgált rotoröntvény kalicka alapanyaga 99,7%-os alumínium, a

Walczer Csaba 2002-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetemen okl. gépészmérnökként, 2010-ben pedig kohómérnöki oklevelet szerzett a Miskolci Egyetemen öntész szakirányon. Jelenleg a KIENLE + SPIESS Hungary Kft.-nél dolgozik, mint konstrukciós csoportvezető. 2010 óta tagja egyesületünknek.

Simcsák Attila 2002-ben végzett a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karán öntő szakirányon, automatika ágazaton. Végzése után felvételt nyert a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolába nyomásos öntvények gyártási és gépparamétereinek hatása az öntvények tulajdonságaira témával, ahol 2007-ben abszolutóriumot szerzett. 2003-tól a ráckevei Dr. Köcher Kft. nyomásos alumíniumöntődéjének üzemvezetője, 2010-től a KIENLE + SPIESS Hungary Kft.-nél dolgozik, mint gyártástechnológus. 2001 óta tagja egyesületünknek.

Gerber, Hartmut a KIENLE + SPIESS cégcsoport németországi (Sachsenheim) anyavállalatánál öntődevezető.



■ 3. ábra. A levegőbezáródás kialakulása a kiegyenlítő csapokban

térfogata 2494 cm³. A zárógyűrűkön, mindkét oldalon, 18–18 db kiegyenlítő csap található.

A kiszállított rotoröntvények közül néhányat a vevő nem megfelelő minőségűnek minősített. A visszazállított rotoroknál a zárógyűrű és a kiegyenlítő csapok felét eltávolítottuk a hiba feltárására. A 2. ábrán látható, hogy a nem megfelelő minőség oka a rövidrezárt gyűrű és a kiegyenlítő csapok porozitása volt.

A villamos motorok forgórésze (rotorja) nagy fordulatszámmal is üzemelhet, ezért alapvető fontosságú a kiegyensúlyozásuk. A kiegyenlítő csapokkal ellátott rotoröntvények kiegyensúlyozását a következő módszerekkel valósíthatjuk meg:

- a kiegyenlítő csapokra súlyokat helyeznek el;
- a kiegyenlítő csapokból anyagot távolítanak el.

Esetünkben a vevő az utóbbi megoldást alkalmazza, így derült ki, hogy az öntvény zárógyűrűjén elhelyezett kiegyenlítő csapok kitöltöttsége nem volt megfelelő, esetenként jelentős kifolyási hibával rendelkeztek. Amint a vevő a kiegyensúlyozáshoz szükséges anyagmennyiséget eltávolította, láthatóvá váltak a levegőbezáródás miatt ki nem töltött részek. Ez nem csak esztétikai problémát jelentett, hanem az így keletkezett anyaghiány a termék kiegyensúlyozatlanságát is megnövelte.

Az eredeti kialakítás geometriáját, a rögzített, beállított öntési paramétereket felhasználva elkészítettük a termék öntéstechnikai szimulációját, amelynek során megfigyelhettük a levegőbezáródás kialakulását a kiegyenlítő csapokban (3. ábra).

A kiegyenlítő csapok környezetében kialakuló áramlási viszonyokat kiértékelve láthatóvá vált, hogy az öntvényekben keletkező levegőbezáródást az okozza, hogy a fémolvadék a szerszámüreg fala mentén haladva magába zárja az ott található levegőt. Az így bezárt levegő már nem tud a

formaüregből eltávozni.

A levegőbezáródás csökkentéséhez vákuumos kilevegőztetés, túlfolyók és levegőzők alkalmazása segíthetett volna, ám az idő rövidege és a költségek minimális

szinten tartása miatt a vákuumos rendszer alkalmazását el kellett vetnünk.

A túlfolyók használata csak részleges eredményt hozhat, ugyanis csak azokon a helyeken lehetséges a levegőbezáródások csökkentése, amelyek az osztósíkhöz közel helyezkednek el (pl. a zárógyűrűnél), ill. ahol az áramlási front a formafalnak ütközik. Mivel a szerszám osztósíkjára a vasmag és a zárógyűrű érintkezési síkjában helyezkedik el, a fentiekben leírtak alapján a túlfolyók alkalmazása a kiegyenlítő csapokban kialakuló levegőbezáródásokat jelentősen nem csökkentheti. A fém áramlása során a kiegyenlítő csapokban kialakuló levegőbezáródás sem tud már a zárógyűrű felé vándorolni, hiszen a felette a zárógyűrűt kitöltő fém ebben megakadályozza.

A kilevegőztetésre csak a kiegyenlítő csap tengelyére merőlegesen elhelyezkedő síkon van lehetőség, ezáltal megszüntethető a kiegyenlítő csap „zsák hatása”. A szerszám átalakítása során a 4. ábrán látható levegőztető betétet alkalmaztuk.

Az öntőszerszám, minden kiegyenlítő csap alá egy-egy kilevegőztető betétet helyeztünk el. A betétek alá lyukakat fúrtunk, hogy a hozzájuk csatlakozó, a szerszámtest géptesthez illeszkedő oldalába mart hornyokon keresztül biztosítsuk a levegő szabad kiáramlását a formaüregből (5. ábra).

Kísérleteink során először olyan



■ 4. ábra. Levegőztető betét

betétet alkalmaztunk, melynél a kilevegőztető hornyok szélessége 0,25 mm volt. A próbaöntések során a következő eredményeket tapasztaltuk:

- a kiegyenlítő csapokban, az öntvény zárógyűrűjében a levegőbezáródások jelentős mértékben csökkentek;
- a levegőztető betét hornyain keresztül jelentős mennyiségű fém is átjutott, s a betét túlsó oldalán egy tányér alakú túlfolyás keletkezett. Ez a kialakuló anyag többlet mintegy alámetrészként viselkedett, öntés után az öntőszerszám szétszerelése nélkül nem volt eltávolítható.

Ahhoz, hogy a termék gazdaságosan és rövid ciklusidővel gyártható legyen, természetesen nem elfogadható, hogy minden egyes öntés után a szerszámot szétszabjunk és a betéteket kitararítsuk.

A következő próbaöntéseknél egy módosított kilevegőztető betétet alkalmaztunk, melynél a hornyok szélessége 0,17 mm volt, így a levegőző keresztmetszet 23 mm²-re adódott minden egyes betétnél. A levegőztető betéteken kialakított hornyok teljes felülete 828 mm² volt. A kilevegőztetés javítására a szerszám osztósíkján további kilevegőztető csatornákat alakítottunk ki.

A 6. ábrán látható, hogy a módosított kilevegőztető betétek alkalmazása esetében a hornyokban minimális túlfolyás keletkezett, ami a kiegyenlítő csapok felületén mint sorja jelent meg (7. ábra), s amelyet minimális utómunkával el lehetett távolítani. A betétek túloldalán nem keletkezett anyagkifolyás.

Az alkalmazott kilevegőztetésnek köszönhetően a terméket a vevő igényeknek megfelelően sikerült



■ 5. ábra. Az öntőszerszámába beépített levegőztető betét



■ 6. ábra. A bezárt levegő elvezetésére szolgáló betétek működése a szimuláció szerint

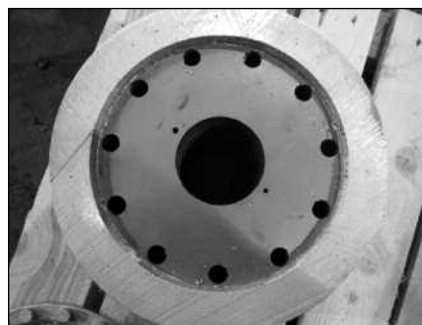
legyártani, a zárógyűrűben minimálisra csökkent a levegőbezáródás (8. ábra), a kiegyenlítő csapoknál pedig teljes térkitöltés jött létre (9. ábra).



■ 7. ábra. Sorja a kiegyenlítő csapon

tött termék előállítását anélkül, hogy bármilyen gyártási költség felmerülne.

Az egyre fejlettebb tervező és szimulációs programok jelentős segítséget nyújtanak az öntéstechnológiák kialakításában és az öntőszerszámok tervezésében. Sokan úgy vélik, hogy a megoldásokat is onnan várhatjuk, de a szimulációs szoftver nem tudja megválaszolni, hogy hol és milyen megoldást alkalmazunk. A szoftver nem azért van, hogy helyettünk dolgozzon, hanem azért, hogy a munkánkat megkönnyítse.



■ 8. ábra. Minimális a porozitás a kilevegőztetett öntvényben



■ 9. ábra. Kilevegőző betétek alkalmazásával öntött öntvények elvágott kiegyenlítő csapjai

KERÉKGYÁRTÓ JÓZSEF

Harangöntés Egerben*

Bevezetés

Eger a magyar történelem egyik emblematikus városa. A püspöki székváros az 1596-os török ostrom során került oszmán kézre. A törökök hosszú időre rendezkedtek be, a templomokat átalakították dzsámiká, minaretek, iskolák, fürdők épültek. A város a 91 éves török megszállás alatt az egri vilajet székhelye volt.

A török „kiűzése” – kivonulása, 1687. december 17-e után sok keresztény költözött a városba, akiknek nem voltak működő templomai. Több évtizedes építőmunka eredményeként jöttek létre az új templomok, a fő mecénások, *Telekessy István*, *Erdődy Gábor*, *Barkóczy Ferenc* és *Eszterházy Károly* egri

püspökök segítségével. A felújított és az új templomokba kezdetben Kassáról, Budáról és Bécsből hoztattak harangokat, később a helyi mesterek műveiből is rendeltek.

Az egri harangok történetét, ill. az Eger városában működő harangöntő műhelyek történetét az 1960-as években kezdték szisztematikusan felderíteni. 1960-tól *dr. Patay Pál* régész, kampanológus gyűjtötte a tárgyban adatokat, majd 1965–2007 között *Valuch István* kanonok foglalkozott tüzetesebben a témával. A kanonok úr életének utolsó éveiben átadta adatait *Havas Horváth István* ny. erdőmérnöknek és testvérének, *Havas Horváth András* ny. villamos üzem mérnöknek, ill. e sorok szerzőjének, aki gépészként dolgozik a MÁV-nál, és szabadidejében folytatja város történelmének idevonatkozó kutatásait, s a felkutatott harangokról fényképeket is készít. 2010-től *Farkas Péter* gépész üzem mérnök is bekapcsolódott a kutatómunkába.

Egerben járva igen sok helyen hallható harangszó, hiszen ma is több mint 15 templom és kápolna működik a városban. Harangszó jelzi a napszakokat, hívja a híveket a szentmisére vagy az istentiszteletre. Halál közeledtével a lélekharanggal, a halál bekövetkeztékor a templom harangjával értesítik a híveket a szomorú eseményről. A halotti menetkor a templomi és a temetői harang szól.

Érdekes történet kapcsolódik a vihar elleni harangozáshoz. 1714-ben Egerben előírták a harangozóknak, hogy köteles tűz ellen és nyáron az „ártalmas Fellyhők” ellen harangozni. A 18. sz. végén az uralkodó megtiltotta a vihar elleni harangozást, mondván, a harangzúgás vonzza a villámokat. 1793 augusztusában ettől függetlenül Eszterházy Károly püspök elrendelte, hogy a közelgő vihar előtt szólaljon meg a városban minden harang, „mire a legterhesebb fellegek is széteszlottak”.

*A 2013. február 27-én, az Öntészet-történelmi és Múzeumi Szakcsoport ülésén az Öntődei Múzeumban elhangzott előadás rövidített változata.

A harangöntés egri helyszínei

Egerben az eddigi kutatások szerint a 18–19. században három, ill. négy helyen önthettek harangot.

Az első ismert öntőműhely a mai Dózsa György téren álló telken, a Valide Szultána gőzfürdőben létesült. A fürdő fűtőkemencéjét átépítve, annak tégláiból *Lambert József* létesített öntőkemencét és öntőgödröt 1740 körül (1. kép).

Az 1958-ban folytatott ásás a fűtőkemence maradványát és a sugarasan futó fűtőcsatornákat is feltárta. A fűtőkemence belső terében téglából rakott, kör alakú olvasztókemence alapjai kerültek elő, melyben faszén, hamu és rézrögök voltak. A kemence környékén agyag öntőmintákat, öntőtégely-töredékeket, rézsalakot és kész öntvényeket is találtak. Ezek a leletek rézöntő műhely meglétét bizonyítják. 2013 februárjában kezdődött el a fürdőrom konzerválása, látogathatóvá tétele.

A második műhely a mai Harangöntő utca 4. sz. alatti ún. Harangöntő ház udvarán létesülhetett (2. kép). Ez régészeti leletekkel még nem bizonyított, mivel részletes feltárás még nem történt. 1930 körül *Szmrecsányi Miklós* egri művészettörténész még látta a régi ház padlásán a harangöntő szerszámokat és az öntőformákat. Az adóösszeírásokból tudjuk, hogy az épület 1763-tól több mint száz éven keresztül a harangöntő családok birtokában volt. Az anyakönyvi bejegyzések szerint itt laktak, itt születtek a gyermekeik, és a családtagok közül többen is itt haláltak meg.

Az L-alakú ház a 18. század elején épült barokk stílusban, homlokzatát két dombormű díszítette, az egyik Szűz Máriát a kis Jézussal, a másik Szent Forckernust, a harangöntők védőszentjét, valamint a harangöntés szerszámaival ábrázolja. A domborművek az 1960-as években a Dobó István Vármúzeumba kerültek, a Képtár épület arkádja alatt láthatók.

A tulajdonosok között szerepelt *Johel József*, *Justel József* és *János*, *Bernecker Mátyás*, valamint *Korrensch Márk* harangöntő. Haláluk után hosszabb-rövidebb ideig az özvegyek voltak a tulajdonosok, akik a harangöntés mesterségét



■ 1. kép. A Valide Szultána fürdő kemencéjének tűztere a sugaras fűtőcsatornákkal

tovább folytatták. 1869. július 1-jén *Korrensch Márk* özvegye átadta az öntőműhely működtetését *Hollederer József* salzburgi harangöntőnek. 1887-ben *Mező Ignác* ügyvéd a tulajdonos, aki szintén családtag, *Bernecker Gizella* férje volt.

A II. világháború súlyos károkat okozott az épületben, az északi szárnyat bombatalálat érte 1944 novemberében. 2005-ben Marcipán múzeum létesült az épületben, a harangöntők tiszteletére a kapu melletti bal oldali helyiséget emlékszobává alakították. 2012 júliusában az északi épületszárny végében új interaktív kiállítást alakítottak ki, ez az új emlékszoba őrzi az egri mesterek emlékét.

A harmadik feltételezett öntőműhelyt már nem láthatjuk, a házat átépítették. Eger „Város” nevű részének III. fertályában (negyedében), a 653. számú házban, a Szervita templom környékén, a régi Posta utcában lakott *Ehrlich Dávid* rézöntő és kútmester.

A negyedik feltételezett öntőműhelyt szintén nem tekinthetjük meg, mert már nem létezik az épület. *Hering János* rézműves és testvére, *Hering Imre* lakatosmester 1891-ben a püspöki magtár épületében, a „Granarium Dominale”-ban létesítette üzemét „Hering Testvérek gépjavító és rézműves üzlet” néven. Az épület, melyet 1960-ban bontottak le, a Deák Ferenc utca 49. sz. alatt állt. 1891-ben egy kupoló, azaz vasolvasztókemence működtetésére is engedélyt kaptak.

Az Egerben működő harangöntők

A középkori püspöki székváros harangjairól alig, a harangokat készítő öntőmesterekről eddig semmi adat



■ 2. kép. A Harangöntő ház és Kopcsik Marcipánia

nem került elő. A 16. század közepéről egyedül *Fayrich* laibachi ágyúöntőről vannak írásos anyagok. Az 1552-es török hadjáratot megelőzően az egri várban pattantyúsként és ágyúöntőként szerepelt a vár számadásaiban. 1552-ben a pattantyúsként a várat védő tüzerek között találjuk. Neve örökre fennmarad a várvédő hősök névsorában.

Balthasar Rais (1703?–1738). A Rákóczi-szabadságharc után az első harangöntő Erdődy Gábor püspöksége idején, 1736-ban telepedett le a városban. A „Város” nevű hostya (városrész) IV. fertályában, a Buttlerházban mint zsellér lakott. A ház tulajdonosa a korábbi városparancsnok Buttler János József özvegye, *Buttler bárónő* volt, innen ered a ház elnevezése. Fiatalon, 35 éves korában, 1738. július 29-én hunyt el, az egri „Maklári”, mai nevén a Rókus temetőben nyugszik. Két református templomba öntött harangjáról van feljegyzés: Hajdúhadház 1736 és Taktaharkány 1737.

Anton Joseph Lambert (Lambert József) (1700?–1743). 1739-ben újabb harangöntő telepedett le Egerben, aki Balthasar Rais harangöntő fiatal özvegyénél, Anna Mariánál lakott, Buttler báró özvegyének házában. Erdődy püspök engedélyével a már említett Valide Szultána fürdőben rendezte be műhelyét. A fürdő fűtőkemencéjét átépítve abban öntőkemencét épített. Az öntőműhely folyamatos működésével biztosította az özvegy családjának megélhetését. Korán távozott az élők sorából, 1743. augusztus 22-én, 44 évesen temették el a „Rosalia”, mai nevén Rókus temetőben. Kilenc harangját ismer-



■ 3. kép. Az egri Lyceum János-harangja 1769-ből



■ 4. kép. A Szervita templom Flórián-harangja, 1827



■ 5. kép. A székesegyház József-harangja, 1828

jük, melyek Abony, Maklár, Átány, Balmazújváros, Álmosd és Füzesabony templomaiba kerültek. 1741-ben Abonyba négy harangot rendelt az egri püspök 662 rajnai forintért. A harangöntő szerződése ma is megtalálható a Heves Megyei Levéltárban.

Johannes Schwarczenbeck (Schwarczenbek János) (1711?–1771). 1744-ben érkezett Egerbe, ő is a Buttler-házban lakott. Később több helyen bérelt lakást a városban, lakott a Valide Szultána fürdőben is, ahol az öntőműhelyét működtette. *Khönig Sebestyén* kéményseprő és *Keller Antal* rézműves is szállásadója volt az 1750–1760-as években. Több mint 25 évig élt Egerben. 1764-ben az adóösszeírás, mint „miserchli” (mizerli) nyomorultat említi, adót sem fizet. Nevét utoljára az 1771. december 12-i halotti anyakönyv bejegyzésénél olvashatjuk. 60 évesen korábban halt meg. Öt harangja ismert: Bekölce (az 1744-ben öntött harang a Dobó István Vármúzeum történeti kiállításán látható), Kisvárdra 1746, Egyek 1747, Noszvaj 1750 és Bükk-szenterzsébet 1749.

Joseph Johel (Johel József) (1738?–1768). 1761-ben már együtt említik nevét a híres pozsonyi harangöntő dinasztia *Kristelli (Christelli)* család lányával, *Kristelli Rozáliával* kapcsolatban. 1763-ban az egri adóösszeírásokban már mint harangöntő szerepelt. Egerben a „Város” nevű

városrész IV. negyedében, a mai Harangöntő utcai házban lakott, miután 1761-ben Pozsonyban feleségül vette *Kristelli Rozáliát*. Négy gyermekük született, a felnőttkort közülük csak *Mária Magdolna* élte meg, így a harangöntés mesterségét nem gyermekei, hanem a megözvegyült asszony következő férje folytatta. *Joseph Johel* fiatalon, 30 éves korában, Besztercebányán hunyt el. Eddig hat műve ismert: Egerszalók 1763, 1764, Novaj és Sarud 1764, Diósgyőr 1766, Harsány 1768.

Joseph Justel (Justel József) (1739?–1793). 1769. április 24-én vette feleségül *Kristelli Rozáliát*, *Johel József* özvegyét, a Harangöntő utcai házban laktak. Munkásságát elismerték a városban. 1776. december 30-án polgárjogot kapott, „purger” lett. 1786-ban Eger „Város” IV. negyedének fertálymesterévé választották, de munkájára hivatkozva *Tóbiás László* személyében helyettest állított maga helyett. Tímár görög katolikus templomába készített harangtervrajzán püspöki harangöntőnek nevezte magát. 24 évi szorgos munka után 1793-ban, 54 éves korában hunyt el, a *Rosalia* temetőben temették el. Halála után a harangöntő műhely nem zárt be, özvegye tovább működtette.

Justel József öntötte át először az egri ferences templom Rákóczi-harangját 1773-ban. A Lyceum huszártornyaiba 1769-ben készítette a

38 cm átmérőjű János-harangot (3. kép). Fő művei voltak az egri főszékesegyház *Mihály-harangja* (alsó átmérője 180 cm, tömege 4032 kg) és a *József-harang*, mely 3301 kg tömegű volt. A *Mihály-harang* az I. világháború áldozata lett, a *József-harangot* repedés miatt, 1828-ban a fia, *János* öntötte át. Egyik szép, ma is működő harangja 1770-ben készült Hevesvezekényre.

Kristelli Rozália – Rosalia Justel (Justel József özvegye) (1736?–1814), *Jan Ernest Kristelli* pozsonyi harangöntő és *Mária Terézia Moickova* leánya, *Johel József* özvegye. *Rozália* a műhely tulajdonosa volt, a tényleges harangöntést valószínűleg művezetője végezte. 1807-ben fiának, *Jánosnak* adta át a házát és az öntőműhelyt. 1814-ben, 75 éves korában hunyt el.

15 ismert harangja közül az elsőket 1795-ben Böcs és Károlyfalva számára öntötte, az utolsó 1801-ben Noszvaj temploma számára készült.

Kristelli Rozália két férje, fia, unokája, unokájának férje, majd az unokavő második feleségének szintén második férje is harangöntő volt. Az egri harangöntők tehát beházasodás és leszármazás folytán tagjai a tágabb pozsonyi dinasztiaiak.

Justel János Evangelista (1779. júl. 1. – 1834. máj. 1.). *Justel József* és *Kristelli Rozália* fia Egerben született, felesége *Virág Anna*. 1814-

ben *Kern József* rézműves-vésnök-től megvette a Harangöntő utca 4. sz. kettős ház másik részét, s ezzel övé lett az egész épület. A harangöntésen kívül testvérével, *Józseffel* tűzoltófecskendő, „golyanyakú fecskendő” négykerekű kocsikat készített. Elvégezte a város tűzoltóeszközeinek, fecskendőinek, vízpuskáinak javítását, ami hagyományosan a harangöntők kötelessége volt Egerben.

Kilenc gyermekük született, ötödik gyermekük, Erzsébet lett *Bernecker Mátyás* harangöntő felesége. Justel János életének 54. évében hunyt el, temetése 1834-ben a Rosalia temetőben volt. Első harangjai 1802-ben készültek, 54 harangjáról van tudomásunk.

Ma is működő egri harangjai: a Szervita templomban 1827-ben öntött 80 kg-os Flórián-harang (4. kép), a székesegyház 1828-ben újraöntött 3300 kg-os József-harangja (5. kép).

Justel József Jakab (1819. júl. 27. – 1850. márc. 20.). Justel János és Virág Anna fia tevékenységéről ez ideig semmit sem tudunk. A halotti anyakönyv bejegyzése szerint mint harangöntő hunyt el.

Justel Anna (1794 – 1839. dec. 17.). Justel János özvegye szül. Virág Anna 1839-ben bekövetkezett haláláig ezen a néven tovább működtette a harangöntő üzemet, két öntőt is alkalmazott, *Anton Sahlingert*, mint művezetőt és *Bernecker Mátyást*, aki vőjelőltként volt jelen.

Anton Sahlinger (születési és haláladatait nem ismerjük) Justel Anna műhelyében alkalmazottként, mint öntőmester vagy művezető dolgozott. Őt műve ismert, melyek Jászberényben, Tokajban (két harang), Máriapócsban és Ózd-Hódoscsé-pányban találhatók.

Mathias Bernecker (Bernecker Mátyás) (1814–1849) a bajorországi Peinfeld kerület Roth nevű falujából származik. 1841 májusában feleségül vette *Justel Erzsébetet*, Justel János és Virág Anna leányát, aki korán, kétévi házasság után meghalt. *Bernecker* újránősült, második felesége *Antal Erzsébet* lett. Részt vett a



■ 6. kép. Nagytálya római katolikus templomának harangja, 1894

város tűzvédelmében, az ő feladata volt a tűzvédelmi eszközök karbantartása, felügyelete. A szabadságharc alatt az egri I. zászlóaljban szolgált nemzetőrként. Fiatalon, 1849. január 17-én, 35 éves korában távozott el az élők sorából.

Harangjai közül eddig 21-ről van adat. Legnagyobb műve az egri Nagyboldogasszony-plébániatemplom Rákóczi-harangjának átöntése 1840-ben (tömege 16 bécsi mázsa, kb. 886 kg).

Antal Erzsébet (Eliza Bernecker) (1820. okt. 23. – ?), *Bernecker Mátyás* özvegye. Férje halála után ő lett az öntőműhely tulajdonosa, az öntést ismét két mester végzi: *Schürer (Stüler) József* a művezető, és *Korrentsch Márk*, aki mint vőlegény önti harangjait.

Schürer József 1849–50-ben *Bernecker Mátyás* özvegyének műhelyét vezette harangöntő segédként. Macenkán, Ózdon és Dövényben van nevével jelzett harang.

Marcus Korrentsch (Korrentsch Márk) (1821–1868) már 1850-ben Egerben tartózkodott, 1852 májusában elnyerte a 32 éves özvegy, *Antal Erzsébet* kezét. Valószínűleg harangöntő családból származik, mivel *Korrentsch Jakab* Bécsben működő mesterrel együtt a Laibach (ma Ljubljana) melletti Ravnik nevű településen született. *Jakab* 1802-ben, *Márk* 1821-ben. A harangöntés mestersége jellemzően családon belül öröklődött, *Korrentsch Jakab* is harangöntő özvegyet vett el feleségül, *Barbara Frierlinget*.

A szabadságharc után pótolni kellett a rekvirált harangokat, az öntőműhely újra felvirágzott. *Korrentsch*

Márk 1868. február 4-én, Pesten, 47 éves korában halt meg. Temetése Egerben, a Rókus temetőben volt. Haláláról az Eger c. újság is megemlékezett. Több mint 60 harangjáról maradtak fenn adatok. Első ismert műve, a „tanyasi” harang 1850-ben készült, a *Marcipán Múzeumban* látható, az 1862-ben készült paradicsvicei harangjával együtt. Harangjai Szentkúttól Tokajig, Kunszentmártontól Kazincbarcikaig fellelhetők.

Korrentsch Márk Nő szül. Antal Erzsébet (1820. okt. 23. –?). A mester halálával a műhely nem zárt be. *Antal Erzsébet*, a másodsorú is megözvegyült, még csak 48 éves asszony tovább vitte az üzemet „*Korrentsch Márk Nő*” néven. Természetesen öntőmestert alkalmazott, akinek személyét azonban nem ismerjük. 1869 nyara fordulópont volt az üzem életében, az özvegy átadta az öntőműhelyt egy szintén harangöntő dinasztiaiból származó salzburgi mesternek, *Hollederer Józsefnek*. Őt harangjáról vannak ismereteink, gyöngyöspatai harangján a „*Korrentsch Márk Nő*” felirat szerepel.

Hollederer József (születési és haláladatait nem ismerjük). A *Hollederer* harangöntő család Nürnbergben, Linzben, Salzburgban és Egerben tevékenykedett. *Johann* (1783–1847) Nürnbergben és Linzben, *Franz Servacius* (1815–1883) Linzben és Salzburgban, *Joseph* (1819–1866) Linzben és Salzburgban dolgozott. *József* 1869–1876 között működött Egerben. *Hollederer József* 1869. július 1-jén vette át a műhelyt *Korrentsch Márk* özvegyétől. Az Eger c. újságban közös hirdetésükben értesítik a vásárlókat a változásról. Az özvegy és családja továbbra is a Harangöntő utcai házban lakott. A műhely ebben az időszakban már nem játszott jelentős szerepet, a nagyüzemek elhódították a piacot, a folyamatos harangöntés befejeződött Egerben. Az 1869 és 1876 közötti időszakban eddig öt Egerben készült harangról van tudomásunk: Szilvásvárad Petrovay-harang 1870, Jászdózsza 1870, Véc 1871, Nyírábrány 1875 és Tisza-nagyfalu

1876. Sajnos, Hollederer nevével ellátott harang még nem került elő.

Ehrlich Dávid (születési és halálozási idejét nem ismerjük). A rézöntő és kútmester 1850-ben már Egerben tartózkodott, *Rosi* nevű leányának születési anyakönyvi kivonata szerint: sárgarézöntő. A Város (a mai Belváros) III. fertályában, a 653. számú házban lakott. Összesen 11 gyermeke született. Egy kis harangja ismert.

Hering János és Hering Imre, a XVIII. sz. első felében, Egerben letelepedett lakatos család leszármazottai, „Hering Testvérek gépjavitó és rézműves üzlete” néven működtek. 1773 nyarán Hering János lakatosmester polgárjogot kapott, a család Eger nevezetes családjai közé került. A család leszármazottai ma is közöttünk élnek.

Az utolsó egri harang

Nagytyánán, a Magyarok Nagyszonyja r. k. templomban található egy kicsi, 35 cm átmérőjű, 24 cm magasságú harangocska, melynek palástján ez áll: 1894 / EGERBEN. Ismereteink szerint ez az utolsó harang, ami Egerben készült (6. kép). A harang készítője bizonytalan, Ehrlich Dávid, esetleg a Hering testvérek műve lehet. A kis harangot a jármával együtt a Magyarok Szövetsége újíttatta fel 2010-ben.

Zárszó

Az egri harangöntés története is igazolja, hogy egy harangöntő műhely igen értékes vagyont, azt a mester halála után is van értelme tovább működtetni, az özvegy újrahasznosodása, vagy a gyerekek házasodása útján. A mesterség titkait a harangöntő dinasztiai szigorúan őrizték, s gyermekeiket is lehetőleg e foglalkozású mesterhez adták férjhez, akár a szülőhelytől messzire eső vidékre is.

Eger harangöntészetének története alapvetően öt hölgy életéhez köthető: **Anna Mária** (Balthasar Rais özvegye), **Kristelli Rozália** (Joseph Johel, majd Joseph Justel özvegye), **Virág Anna** (Kristelli Rozália leánya,

Justel János felesége), **Justel Erzsébet** (Justel János leánya, Bernecker Mátyás felesége), **Antal Erzsébet** (Bernecker Mátyás második felesége, majd Korrentsch Márk felesége). Ők voltak a műhelyek továbbélésének zálogai. Ha nem így cselekednek, akkor Egerben a harangöntés rövid időn belül megszűnt volna.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani az Öntödei Múzeumnak, külön megköszönve a harangadatbázis kezelőjének, *Schudich Anna* kohómémőknek és *Millisits Máté* művészettörténésznek a harangadatok pontosításában való önzetlen segítségüket. Köszönöm az Egri Érseki Vagyonkezelő Közgűjteményei Központ és Egri Főegyházmegyei Levéltár igazgatójának, *dr. Löffler Erzsébet* igazgató asszonynak, *Kiss Péter* levéltárosnak, a Heves Megyei Levéltár volt igazgatójának, *dr. Nemes Lajosnak* és *Kondorné Látköczki Erzsébet* főlevéltárosnak a kutatásaimhoz nyújtott tanácsaikat, segítségüket.

Felhasznált források és irodalmak

Heves Megyei Levéltár
Adalékok, 1898;
Eger város adószedőjének iratai – Eger város adóösszeírásai;
Felekezeti Anyakönyvek Eger;
Eger Város Iratai.
Egri Főegyházmegyei Levéltár
Eger plébánia Canonica Visitatio;
Az Egri Érseki Főegyházmegye plébániai iratai.
Az egri egyházmegye történetének forrásai
Eszterházy Károly püspök egyházlátogatásainak jegyzőkönyvei
Egri Káptalan 1780 Eger, 2001.
Breznay Imre: Egri képeskönyv 1937. Egri nyomda Rt., Eger
Bakos József: Eger Honismereti és helytörténeti füzetek 4. Eger, 1973. 202. p.
Dercsényi Dezső (szerk.): Heves megye műemlékei I-III., 1969–1978. Akadémiai kiadó, Budapest
Genthon Iván: Magyarország művészeti emlékei 2. kötet Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Felsővidék. Budapest, 1961.
Gerő Győző: Az egri török fürdő 1958. évi ásatása, Egri vár híradója 3. sz.
Gorove László: Eger városának történe-

te. Az 1828. évi kiadás utánnomása, Eger, 1876.

Kandra Kabos: Adatok az Egri Egyházmegye történelméhez. I–III. kötet, Eger, Érsek-Lyceumi nyomda, 1887.

Leskó József (szerk.): Adatok az Egri Egyházmegye történelméhez IV. kötet
Kiss Lajos: Régi Rétköz. Akadémia kiadó, Budapest, 1961.

Kőszegi Elemér: Magyar harangok. Szépművészet, 1941. 2.

Kovács Mihály: A harang. Szent István Társulat, Budapest, 1919.

Nagy József: Eger története. Gondolat kiadó, Budapest, 1978.

Mihalik József: Felsőmagyarországi régi harangok és harangöntők. Archeológiai Értesítő, 1897. 17.

Mihalik József: Kassai harangok. Archeológiai Értesítő, 1898. 18.

Miháltz Elek: Egyháztörténeti adalékok. Protestáns Közlöny. 1896. 26.

Patay Pál: Adatgyűjtemény a magyarországi harangokról az 1958–2000 közötti évekből. 1982. országos felmérés (kézirat), Öntödei Múzeum adattára

Patay Pál: Harangok Somogy földjében. Somogy Megyei Múzeumok Közleményei, 1978. 3.

Patay Pál: Évszázados harangok. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 1963.

Patay Pál: Régi harangok. Corvina Kiadó, 1977.

Patay Pál: Zempléni harangok. Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2009.

Patay Pál: A magyarországi harangöntés vázlatos története. BKL Kohászat, 1978. április

Maréchal Károly: A harangöntés technológiai ismertetése. BKL Kohászat, 1973. január

Soós Imre: Az egri egyházmegyei plébániák áttekintése. Budapest, 1985.

Spiritza, Juraj: *Spisské zvony. Bratislava Vidavatelstvo osveta*, 1972.

Spiritza, Juraj: Biografický slovník zvonolejárov činných na Slovensku v drohom tisícročí, Bratislava, 2002.

Stölzel, Karl: Giesserei über Jahrtausende, Leipzig, 1982.

Tahy Gáspár: Heves és Külső-Szolnok törv. egy. vármegyék esmertetése. Tudományos Gyűjtemény 1837. XII. kötet 37. I.

Valuch István: Adatok az Egri Egyházmegye Művészettörténetéhez. Eger város harangjai XVIII–XX. század. Mária ábrázolások ikonográfiája Eger, 1971–1981 (kézirat)

Váraday József: Tiszántúl református templomai 1. és 2. kötet, Debrecen, 1991.

Váraday József: Tiszáninnen református templomai. Debrecen, 1989.

Weissenbach – Pfunder: Zönendes Erz. Die ausländische Glocke in Österreich. Verlag Hermann Böhlhaus Nachf., 1961.

Alsó diffúzoros, argongázas átöblítés bevezetése a Magyarmet Bt.-nél

A Magyarmet Bt. 1981 óta üzemelő precíziós öntöde, évi 350 tonnás kapacitással. A cégnél több mint 150 féle ötvözzel dolgozunk, köztük vannak speciális összetételűek, pl. hőálló acélok, nikkel- és kobaltbázisú ötvözetek is. Az olvasztáshoz 60–200 kg befogadóképességű, döngölt falazatú indukciós kemencéket használunk, speciális ötvözeteknél kerámia-tégellyel. Magas minőségi követelményű termékekhez átforduló kemencét használunk.

Az elmúlt években megfigyelhető volt, hogy a vevői igények és elvárások növekednek, a konkurencia erősödik, ezért a Magyarmet Bt.-nek is lépnie kellett, javítani kellett a minőséget drasztikus költségnövelés nélkül.

Az üzemben nagy mennyiségben használunk visszajáratott saját hulladékot, emiatt jelentős szerepe van az olvadék tisztításának, és az ötvözetek felületi oxidációtól való védelmének. Erre a célra know-how formájában örvénylő argongáz rendszeret vásároltunk az Air Products cégtől (1. ábra). 2000-ben ezt minden kemencénknél felszereltük. Az eljárás lényege, hogy az olvadék fölött inert gázból álló atmoszférát hoz létre, amelyben az oxigén koncentrációja 1% alatt van. A kémiailag inaktív argongáz az olvadékkal nem lép reakcióba, így csökkenti a salakosodást és a porozitást, csökkenti a zár-

ványosságot, növeli a formakitöltő képességet. A nagy költségek és az üzemeltetési nehézségek miatt az argongázas felületvédelmet az olvasztások kevesebb mint 20 százalékánál, főleg csak a speciális ötvözetekből öntött és magas minőségi követelményű daraboknál használtuk. Mivel az örvénylő argongáz csak az olvadék felületét védi, nincs hatással a fürdő belsejére, így a visszatérő hulladék visszajáratásának a korlátai megmaradtak, és csak „masterheat” ötvözetből olvasztott adagoknál lehetett hatékonyan alkalmazni.

A magas minőségi követelményű öntvények megnövekedett rendelés-állománya miatt további fejlesztésre volt szükség. Ennek feltétele volt, hogy az eddig használt argongáz rendszerhez kiépített gázellátó rendszert tudjuk alkalmazni, másrészt az új eljárás költséghatékony legyen, ezen felül a folyamatos termelést minimálisan befolyásolja, és a teljes olvadékmennyiségre hatással legyen. Fontos szempont volt még, hogy könnyen és biztonságosan üzemeltethető legyen, beépítése ne igényeljen magas szakképzettséget.

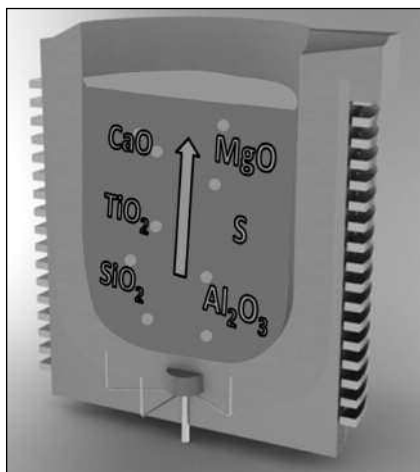
Az argongázt a fürdőbe alulról, egy diffúzoron keresztül bejuttató eljárást már korábban is ismertük, de akkor még nem volt módunk a kipróbálásá-

ra (2. ábra). Ez 2012-re megváltozott, és elkezdődött a rendszer tesztelése. Az eljárás lényege, hogy a kemence aljába, a döngöletbe behelyeznek egy porózus, kerámiából készült diffúzort, amely a falazaton és a szinterezett rétegen keresztül argongázt juttat az olvadékba. A fémfürdőn keresztül áramló argon magával sodorja az oldott gázokat és a hulladékból az olvadékba kerülő szennyezőket, zárványokat az olvadék felületére, így azok onnan fizikailag könnyen eltávolíthatók. Az eljárás folyamatos védelemmel látja el az olvadékokat, tisztítja a fürdőt, így jobb formakitöltő képességet biztosít, csökkenti a salakzárványossági és a hidegfolyási selejtet, alkalmazásával növelhető a visszajáratott saját hulladék aránya az adagban.

Fejlesztéseink során több fajta diffúzort próbáltunk ki. Voltak olyanok, amelyek fémpaláttal ellátott, homogén kövel (kerámiával) rendelkeztek, de ezeknek az élettartalma nem bizonyult kielégítőnek. Jelenleg egy duplexköves diffúzort használunk, melynek külső része kisebb, belső része pedig nagyobb porozitású (3. ábra) kerámia. Ez a konstrukció eddig megfelelt elvárásainknak, az áteresztő képessége és az élettartalma is kielégítő. A diffúzort egy földelő villával együtt szerelik be. A kemence döngölésekor ügyelni kell arra, hogy a diffúzorkő fölött legyen



■ 1. ábra. Örvénylő argongáz bevezetése a kemence tetejére helyezett kerámia-gyűrűn keresztül



■ 2. ábra. Az alsó bevezetésű argongáz eljárás elméleti vázlata



■ 3. ábra. A kemencefenékebe illesztett duplex argongáz-diffúzor

elegendő falazat, de nem vastagabb az előírásosnál, mert az csökkentené a gázáteresztő képességet. Az argongáz bejuttatásának megkezdésekor pedig arra kell vigyázni, hogy a kemence döngöletén előírt vastagságú szinterezett réteg alakuljon ki, különben a nyomás képes felnyomni a falazatot. Ezt a vastagságot meghatározott számú, argonmentes olvasztással tudjuk elérni.

Az alsó diffúzoros argongázbevitelt

üzemünkben minden indukciós kemencénél bevezettük, és folyamatosan így olvasztunk. Munkatársaink megtanulták a diffúzort könnyen és rutinszerűen beépíteni, és a pontosabban számítható leégéseknek köszönhetően az adagszámítás is leegyszerűsödött. A falazat és az olvadék között lezajló reakcióknak a csökkenése miatt nőtt a döngölet élettartama. Folyamatos használat mellett a hidegfolyásos és a salak

miatti selejt a felére csökkent. 2012 második félévében kényes termékek olvasztásánál bevezettük az alsó diffúzoros eljárás és az örvénylő argongáz, felületi oxidáció ellen védő rendszer együttes használatát, ami további drasztikus selejtcsökkenést eredményezett.

Halász Péter
metallurgus mérnök
Magyarmet Cégcsoport

■ EGYESÜLETI HÍREK

Szegeden megalakult az Öntészeti Szakosztály helyi szervezete

Az OMBKE Öntészeti Szakosztály Szegeden és környékén élő tagjai 2012 nyarán kezdeményezték a szakosztály vezetésénél helyi szervezet létrehozását. A Dél-Alföld régióból, Szeged és Hódmezővásárhely térségéből előzetesen 13 tagtárs jelezte belépési szándékát. A 2012. november 14-i ünnepi alakuló ülésen

kilencen vettek részt. Az Öntészeti Szakosztály Szegedi Helyi Szervezete elnökévé *Kovács Sándort*, titkárává *Pataki Árpádot* választották meg. A helyi szervezet támogatását (helyiség biztosítása az összejövetelekhez, információk fogadása, továbbítása, lehetőség szerint erkölcsi és anyagi támogatás stb.) a Szegedi

Öntöde Kft., személy szerint *Kovács Sándor* ügyvezető igazgató vállalta. A szakosztály elnöke, *Katkó Károly* sikeres munkát, és a szakosztály vezetése részéről hathatós támogatást ígért az új szervezetnek. Az alakuló ülés baráti beszélgetéssel fejeződött be.

Katkó Károly

A Magyar Öntészeti Szövetség,
az OMBKE
Öntészeti Szakosztálya és az
Öntödei Múzeum

az öntödék,
öntödei beszállító társaságok
támogatásával

...a szobor születése...

címmel
időszaki kiállítást rendez

Kutas László
szobrászművész és a
közreműködő szoboröntészek
tisztelőjére.

A kiállítás helye:
Öntödei Múzeum
(1027 Budapest,
Bem József utca 20.)

A megnyitó ideje:
2013. május 31. 11.00 óra

A Magyar Öntészeti Szövetség
és az
Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület
meghívja az érdeklődő szakembereket a

22. Magyar Öntőnapokra

A rendezvényt 2013. október 18–20. között tartjuk Herceghalmon,
a Hotel Abacusban.

Cím: 2053 Herceghalom, Gesztenyés út 3.; www.abacushotel.hu

The Association of Hungarian Foundries
and the
Hungarian Mining and Metallurgical Society
invite you to the events of the

22nd Hungarian Foundry Days

is held in the
Hotel Abacus, Herceghalom, Pest County
on 18–20 October, 2013

Address: 3. Gesztenyés, Herceghalom 2053; www.abacushotel.hu

INOTA és az alumínium 60 éve

A Szerkesztő megjegyzése: Az elmúlt években több nagy múltú alumíniumipari cég ünnepelte fennállásának jubileumát. 2012-ben két részletben közöltünk összeállítást az Alcoa-Köfém (korábban Székesfehérvári Könnyűfémű) első hetven évének történetéről. Az első részben a történész-muzeológus szerző ismertette a szakmai és ipartörténeti szempontból is jelentős eseményeket, míg a második részben „a 70 év nagy részét belülről ismerő” szerző az elmúlt évek szereplőinek (tevékenységük, alkotásaik) bemutatására helyezte a hangsúlyt. Célunk most is hasonló az inotai 60 éves jubileum kapcsán. Jelen cikkben elsősorban az alkalmazott technológiákat, a termelőberendezéseket és a termelési adatokat mutatjuk be. Reményeink szerint ismét sikerül megnyernünk egy szerzőt, aki a 60 év kiemelkedő szereplői helytállásának, szakmai harcainak állít emléket.

Előszó

Mennyi is 60 év? Az emberiség történelmében, de még nagyobb léptékkal mérve sem nagy idő. Azonban ez a több mint két emberöltőnyi időszak az egyik legfiatalabb fém, az alumínium történelmében már nem számít kicsinek. Hiszen iparszerű előállítására öta is csak kétszer 60 év telt el (az ALCOA 125 éves). A magyarországi alumíniumipari vertikumba szervesen illeszkedő Inotát alumíniumkohászatunk egyik fellegvárává tette a kohója, ahol az első csapolás 1952. augusztus 20-án történt. Erre az évfordulóra emlékeztek Inotán elsősorban a jogutód dolgozói a nyári jubileumi családi napon, valamint ünnepi szakestélyen az 58 éves OMBKE helyi szervezet tagjai, vendégei.

Az évforduló okot és lehetőséget adott arra, hogy áttekintsük vállalatunk történetét, emlékezzünk nevezetesebb eseményeinkre, fejlődésünk fokozataira, eredményeinkre.

Mit is ünnepeltünk? Azt, hogy elődeink létrehozták, majd az alapítók és az egymást váltó generációk napjainkig működtették az Inotai Alumíniumkohó Vállalatot, az Inotai Alumínium Kft.-t, a Mal Kft.-t, a Mal Zrt.-t, az INOTAL Alumíniumfeldolgozó Kft.-t, az INOTAL Alumíniumfeldolgozó Zrt.-t.

A gyáralapítás és a kohászat kezdeti lépései (az inotai „hőskor”)

A magyar alumíniumkohászat fejlesztése kiemelt szerepet kapott az '50-es évek elején. A Bánya- és Energiaügyi Minisztérium 1951 augusztusában megalapította az Inotai Alumíniumkohó Vállalatot.

Ekkor kezdődött az egyenirányító építése, majd szerelése, amelyet a Vertesz és az AEG tervei alapján a Vertesz szakemberei végeztek. Az alumíniumipari vállalatok segítőkészségének szép példája nyilvánult meg az új kohó szakemberellátásában. Tatabányán, 1951 végén két prototípus kemence felhasználásával az ottani kohó-üzemvezető irányításával tankohót létesítettek. Az új kohó első szakembergárdáját, szakmunkásait, csoportvezetőit, leendő művezetőit az ott szervezett tanfolyamokon képezték ki.

Az inotai kádak felsőtüskés, önsülő anódú kádak voltak. Ezt az újnak számító kádtípust Magyarországon először Tatabányán alkalmazták, és pár éves gyakorlati tapasztalat eredményeit hasznosították Inotán. Az akkori kohászatunk Európában az olasz és a francia alumíniumipart követően harmadikként, a szocialista országok között pedig elsőként létesített fel-

sőtüskés elven működő alumíniumkohót.

Tizennyolc hónapos feszített munka eredményeként 1952. augusztus 20-án üzembe helyezték az első 40 kádat, és a D1-es kádból megtörtént az első csapolás.

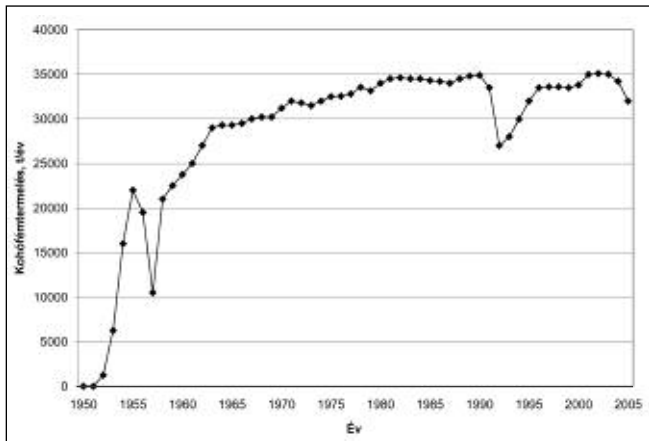
Az első igazgató Szakál Pál, a főmérnök Pálovits Pál, a főkönyvelő Baranyai György volt.

Az Inotai Alumíniumkohó Vállalat 1952. december 31-én államközi megállapodás alapján a MASZOBAL Rt. kezelésébe került. 1955. január 1-jén a MASZOBAL megszűntével ismét önálló vállalattá alakult. Az energiakorlátozás megszűntével 158 káddal, 61,5 kA áramerősség mellett folyt a termelés. 1956. július 1-jétől a kohócsarnoki dolgozók számára bevezették a napi 6 órás műszakot, vagyis a 36 órás munkahetet. 1956. október végére a forradalmi események hatására országos energiahiány lépett föl, emiatt a kohót teljes egészében le kellett állítani. Ezt követően ilyen mérvű leállítás már csak a kohó 2005 ősztől történő végleges kikapcsolásakor következett be. Az újraindítás 1957 elején kezdődött.

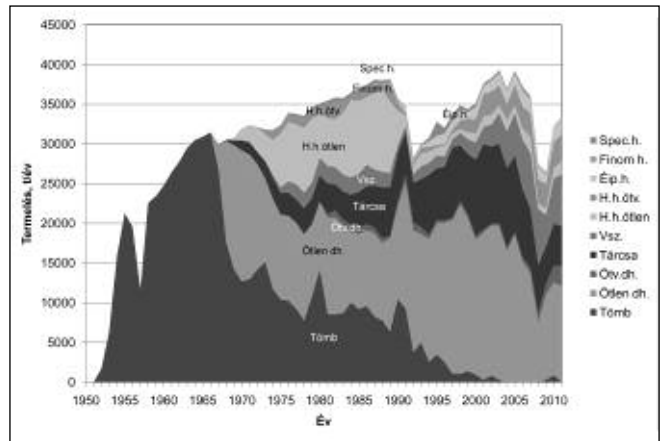
Az alumíniumtermelés felfutása, folyamatos kohófejlesztés, kohóbezárás

Az alumíniumkohászat köztudottan nagy energiaigényű tevékenység. Az alumínium előállítása Inotán – ahogy másutt is – folyamatos harcot igényelt azért, hogy a minél jobb minőségű folyékony alumínium előállítása minél kevesebbe kerüljön, az előállítás minél inkább elfogadott munkakörülmények között történjen, és a környezetre minél kisebb terhelést jelentsen.

Ezért a termelés mellett folyamatos volt a fejlesztés, a kisebb-nagyobb, de mindig újabb és újabb



■ 1. ábra. A kohófémtermelés éves mennyisége az indulás évétől a leállításévéig



■ 2. ábra. A termékszerkezet változása 1952-től 2011-ig

eredményeket jelentő előrelépés. A kisebbek közül pl. az anódkeresztmetszet-növelést, a túskeátmérő-növelést, a hidraulikus túskehúzó berendezést, vagy a frisslevegős tartózkodót említjük meg, míg a nagyobb fejlesztések közé pl. a kohó gáztisztítás, a Rolitron folyamatszabályzó rendszer kiépítése, a kohórekonstrukciós programok tartoztak.

A kohófém-előállítás technológiájának folyamatos fejlődésében legnagyobb hatása az alábbi fejlesztéseknek volt:

- a kéregbetörés és a timföldadagolás gépesítése,
- az anódkezelési műveletek gépesítése,
- az anódkeresztmetszet növelése,
- a timföld pontadagolás bevezetése,
- automatikus folyamatszabályzó rendszer kiépítése,
- a Hosokawa-MikroPul rendszerű száraz gáztisztítás megvalósítása.

Az 1. ábra az inotai kohófém termelés évi mennyiségeit mutatja az alapítás évétől a megszüntetésévéig. A legtöbb kohófém 1990-ben (34796 t) és 2002-ben (35298 t) csapolták Inotán.

1990-ben – az elsőszámú vezetőként leghosszabb ideig regnáló – Majoros Jenő volt a vezérigazgató, majd a 2002-es csúcstermeléskor Csathó Géza volt az aluágazat vezérigazgató-helyettese. A leghosszabb ideig – közel 24 évig – Németh József volt az első számú műszaki vezető, míg az első számú pénzügyi vezető – 22 évig – Trattner Sándor volt.

1991-ben a veszteségesnek mon-

dott kohófémtermelést csökkentették az áramerősség 77,5 kA-ról először 75,5 kA-ra, majd 73,5 kA-ra korlátozásával.

1992-ben kormányhatározat született az alumíniumkohók leállításáról. Ennek megfelelően Inotán a kádak negyedét kikapcsolták, és felkészültek a többi kád kikapcsolására is. Ez az év törést jelentett majdnem mindegyik termék gyártási volumenében, ami látható lesz a későbbi diagramokon.

Egy sikeres ukrán–magyar csere-megállapodás keretében azonban sikerült hozzájutni olcsóbb villamos energiához. A kádak nagy részét visszaindították április-májusban. A kohófémtermelés kezdetben alacsony volt (26857 t), az áramerősség (71,9 kA) és a kevés üzemelő kád (142 db) miatt. Folyamatos növekedés eredményeképp 2002-ben az akkor 50 éves kohó termelte a legtöbb kohófém: 35298 tonnát, 174,25 db/év üzemelő káddal, 77,46 kA átlagos áramerősséggel, 89,0%-os áramhatásfokkal.

Az 1 t csapolásra eső villamosenergia-fogyasztás zömében 15000 kWh alatti értékeivel a hasonló technológiával működő kohók legjobbjai közé tartozóvá tette az inotai elektrolízist.

A kohófém minőség folyamatos javulásának érzékeltetésére álljon itt két adatsor:

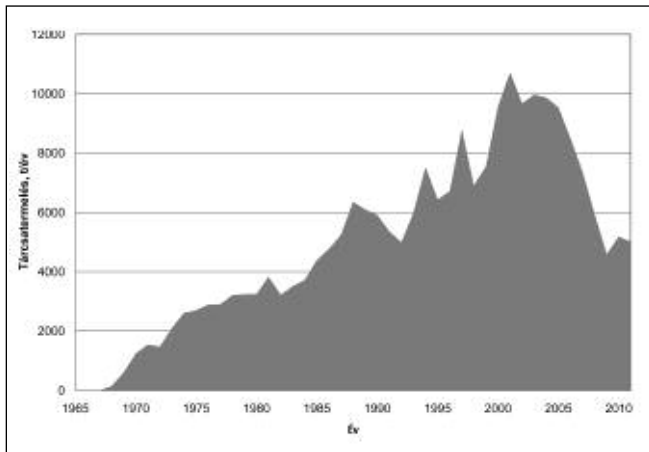
	Al-tartalom				
	99% alatt	99,0%	99,5%	99,7%	99,8%
a 10 éves kohó 1962-ben	4%	14%	50%	32%	0%
az 50 éves kohó 2002-ben	0%	6%	16%	55%	23%

A fellendülés csak átmeneti volt, a kohó leállítására újból döntés (immár végleges) született. 2005. IX. 1. – 2006. I. 31. között kikapcsolták az összes kádat, és ezzel Magyarországon megszűnt az alumíniumkohászat. Az 1995-ben privatizált inotai Mal Zrt. Alumínium Ágazatának 746 fős létszáma ennek következtében 360 főre esett vissza.

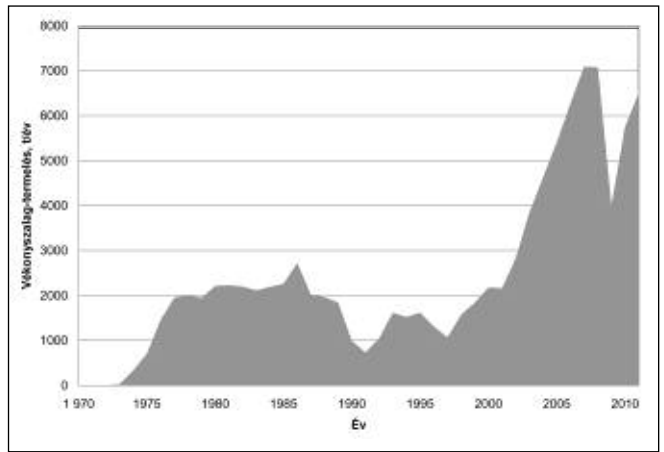
Öntve hengerlés Inotán

Az 1960-as évek közepén alakult meg a vállalatnál a fiatal műszakiakból álló Fejlesztési Osztály, akik a későbbi mérnökgenerációk „atyjainak” számítottak. Évtizedekig ez az osztály biztosította az egyetemekről, főiskolákról kikerülő fiatal mérnökök számára azt a szakmai műhelyt, ahol a megszerzett elméleti tudás birtokában, előre elkészített tervek alapján gyakorlatot szerezhettek. A kohó, majd a későbbi félgyártmánygyártó üzemek nagy tapasztalatú művezetőivel, üzemvezetőivel együtt dolgozva már fiatalon a „termelés közelében” lehettek, a gyakorlatban hasznosíthatták az alma materben tanultakat. Ők alkották meg az induló új technológiákat, bevezetésükben részt vettek, majd később többük az üzemek vezetésében is részt vállalt.

Az 1960-as évek közepén egy nagyszabású 15 éves távlati fejlesztési terv kidolgozására került sor.



■ 3. ábra. A tárcsatermelés éves mennyisége 1986-tól 2011-ig



■ 4. ábra. A vékonyzalag-termelés éves mennyisége 1973 és 2011 között

Inotára hengerlő, félglyártmánygyártó bázist álmodtak meg, amelynek alapját az adta, hogy a félglyártmánygyártás megvalósítása a kohókban azzal az előnnyel jár, hogy az olvadt fémállapot kihasználásával az újraolvasztás energiaköltsége megtakarítható. Például az (akkor a világban éppen születésben lévő) öntve hengerlési eljárással folyékony fémből előállított alumíniumszalag fajlagos energiaigénye mintegy kétharmada a hagyományos eljárásénak.

Az öntve hengerlési program részben alulról jövő, vállalati kezdeményezés volt, aminek az 1963-ban megalakult Magyar Alumíniumipari Tröszt – amelynek tagvállalata lett az Inotai Alumíniumkohó – zöld utat biztosított. Így a fiatal, saját szakemberekből álló gárda létrehozta 1966-ban az I. sz. szalag öntve hengerlő sort, majd részt vállalva a KGMTI által tervezett, a DIGÉP és a VILATI által kivitelezett II. sz. szalag öntve hengerlő sor technológiájának kialakításából, 1972-ben azt is üzembe állították (amely különböző rekonstrukciókat követően a mai napig termel), ezzel megteremtve a lehetőségét a hidegfolyatási tárcsa- és tubustermelésnek, valamint a vékonyzalag termékek előállításának. Az öntve hengerlés meghonosításakor dr. Molnár Imre volt főmérnöként a műszaki vezető.

1967-ben üzembe állítottak egy új PROPERZI 7B típusú durvahuzal öntve hengerlő sort, amellyel folyékony fémből egy lépésben 9,53 mm, 12 mm és 15 mm átmérőjű durvahuzalt állítottak elő. 1971-ben az öntőgépet 7C típusúra cserélték, vízszin-

tes fémbetáplálást kapott, nagyobb pászmakeresztmetszettel az öntési kapacitását 4,0 t/h-ra növelték. A durvahuzal öntve hengerlő soron több fejlesztést végrehajtottak annak érdekében, hogy ne csak ötvözten, hanem közepesen ötvözött vezetékvezeték alapanyagát is képes legyen előállítani. Az ötvözött durvahuzalgyártást 1974-ben, a hegesztőhuzal alapanyaggyártást 1984-ben kezdték el a gyártási technológia folyamatos fejlesztésével. Az AISi5 hegesztőpálca-alapanyag a legmagasabb ötvöztartalmú durvahuzal, amelyet a gépsorral gyártanak a mai napig. A gépsor villamos rekonstrukcióját követően (vevői igényre) saját fejlesztés eredményeképpen, Ø 7,6 mm-es durvahuzal is gyártható a soron.

Ezzel a hidegfolyatási tárcsa- és tubustermelésen, a vékonyzalag-előállításán túl megteremtődött a lehetősége az ötvözten és közepesen ötvözött vezetékvezeték, valamint a hegesztőanyag, különféle sodrat, élelmiszeripari, építőipari, autóipari célú közép- és finomhuzal gyártásának is.

A 2. ábrán az inotai termékszerkezet változása követhető. Látható az 1967-től megindult öntve hengerlő sorok biztosította durvahuzal, tárcsa, vékonyzalag, húzott huzalok térnyerése, a tömbgyártás fokozatos visszaszorulása. Az utóbbi időszak legkeresettebb és legnyereségesebb termékei az ötvözött vékonyzalagok, ötvözött huzalok.

Hidegfolyatási tárcsa- és vékonyzalaggyártás

Magyarországon úttörőnek számító

módon, hideghengerlést kihagyva, az első „csettegő” gépekkel kivágták az első tárcsákat. Meglehetősen hosszú időnek kellett eltelnie ahhoz, hogy az öntve hengerelt alapanyag szennyeződésektől mentes, repedésmentes, gázmentes legyen. Ez fontos volt, hiszen a kivágott „pogácsák”-ból később hidegfolyatással pl. vékonyfalú palackok készülnek, amelyeknek 15-20 bar nyomást kell kibírniuk felszakadás nélkül.

A kivágásnál használt kenőanyagot kezdetben forgódobos háztartási mosógépben mosták le a tárcsákról, a tárcsákat pedig betonkeverőkben koptatták...

Az 1970-ben átadott új üzemcsarnokban két PASU 63 t-s, egy PED 63 t-s és két SD 63 t-s excenter prüssel vágta ki a tárcsákat. 1971-ben helyezték üzembe a DIGÉP kvartó hengert, amelynek két feladata volt (és van jelenleg is), a melegen hengerelt szalagok tárcsavastagságának megfelelő készméretre hengerlése, valamint a melegen hengerelt szalagok előhengerlése vékonyzalaggyártási célra.

Az 1976-ban és 1979-ben üzembe helyezett K2330 B típusú 100 tonnás és DKS 63 t vágóerejű excenter prüssel 1980-ban már 3238 t tárcsát vágta.

Folyamatos fejlesztésekkel jutottak előre mind a minőség, mind a termelékenység, mind a munkakörülmények javítása területén, ilyen volt pl. az 1974-ben kezdődött kiscsipesztési program. Kifejlesztették az első csomagolósorokat, amelyeken már mechanikus és pneumatikus ládabuktatókkal adagolták a tárcsát a

koptatóba vagy a válogatószalagra.

1985-ben egy új csarnokba négy PASU 100 tonnás tárcsavágó gépsort, egy új 2 KCFH 1700 típusú tárcsalágyító kemencét, majd egy használt 200 tonnás vágóerejű Schuler tárcsavágó gépsort telepítettek. A PASU gépsorok nagymértékben hozzájárultak a munkakörülmények javulásához. A gépsorok elejére konzolos forgódaruk segítségével lehet felrakni a vágandó tekerceket, a kivágott tárcsát szállítószalag viszi a hőkezelő ládába, és a gépek hangszigetelő fülkével ellátottak.

A tárcsakereslet növekedése további bővítést eredményezett. 1991-ben üzembe állítottak egy SAK 125 típusú Schuler gyorsprés gépsort, amely további lendületet adott a 6 kt/év mennyiséget is meghaladó tárcsagyártásnak.

A kiváló szerszámkészítő háttér-műhellyel rendelkező tárcsatermelés első négy évének a termékeit kizárólag belföldön értékesítették. 1973-ban kezdődött meg a tárcsaexport. A legjelentősebb partnerek az NDK, Cseh-szlovákia, Románia, Egyiptom, Libanon, Finnország voltak. A tárcsaexport mennyisége évről évre növekedett, 2001-ben már 5981 t volt. Új vevők léptek a sorba: Japán, Dél-Korea, Pakisztán, Izrael, Oroszország, Ukrajna, Németország.

A 3. ábrán a tárcsatermelés változása követhető. A 2001. évi 10746 t-s rekordtermelést követően az igény csökkent az alumínium tárcsa iránt, helyét több területen a műanyag vette át.

A vékonyzalaggyártás egyik alapberendezését, a DIGÉP kvartó hengergépsort már 1971-ben üzembe állították. Ezt követte egy KCFL 180 típusú szalaglágyító kemence, majd egy SOMENOR-Yoder gyártmányú M30-500 típusú szalaghasító gép beállítása, amellyel 0,5–2 mm vastagsági tartományban, 350 mm szélességig hasítható a vékonyzalag.

A szalaggyártásban az igazi áttörést az 1974-ben üzembe állított SKODA gyártmányú reverzálható kvartó hideghengergépsor jelentette. 1976-ban egy NOBS SL-30 típusú svájci gyártmányú szalaghasító géppel bővült a vékonyzalaggyártó géppark.

1999-ben egy saját tervezésű sza-

lagzsírtalanító berendezést, valamint Ungerer gyártmányú nyújtva-hajlítva egyengető gépet állítottak üzembe, amelyekkel pl. a gépkocsik rendszámabláinak alapanyagát gyártják. 2001-től egy Pyrocon gyártmányú kamrás szalag hőkezelő kemence segíti a törtekeménységű szalagok gyártását.

A vékony szalagok fő felhasználási területe, a kábelipar (kábelburkolásra) és az építőipar (légtechnikai szellőzőcsövek, kéménybélésű, küszöbsín, nyílászáróüveg-távtartó, ajtónyílás-élvédő, hófogó, vakoló él, transzformátor tekercs, gépkocsi-rendszámábla stb.) 2001 óta a 3003-as, 3004-es, 8011-es jelű ötvözetek szalagtermékei iránti növekvő érdeklődést kihasználva bevezette ezen ötvözetek gyártását is. A 4. ábrán a vékonyzalag-termelés változása követhető.

Huzalgyártás

Az öntödei durvahuzal öntve hengerlő sor üzembeállítását követően vizsgálták a lehetőséget húzott huzal gyártására. A tárcsaüzem épületébe telepített első pár húzógéppel 1971-re már 2132 tonna ötvözetlen közép- és finomhuzalt gyártottak.

Az 1973-ban megépült új huzalüzemi csarnokba telepítették át a meglévő huzalhúzó gépeket, majd még négy 9 dobos gyűjtve húzó gépsorral egészítették ki a húzó egységeket. 1973-ban pedig már felkészülve az ötvözött huzalgyártás beindítására, két RIPOSCH edző, egy szárító és egy megeresztő kemencét telepítettek az új üzemcsarnokba.

Az 1980-as években sikeresen fejlesztették föl az üzemet 10000 t/év gyártási kapacitásra. A huzalhúzó gépsort kezelő személyzet (gépkészítő és két csomagoló) összetétele fokozatosan csökkent egyetlen gépkészítőre, mivel a csomagolási műveletet az orsóknál gépesítették. A rutinos, tapasztaltabb csomagolóknak gépkészítői feladatokat láttak el.

A huzalgyártás legnagyobb évi termelési mennyiségét 11448 t-val 1989-ben érték el. 1989 őszén az egy évtizeddel korábbi hullámvölgytől meredekebb, drámai piaciigény-csökkenés következett be. Megszűnt a magyar–kínai kereskedelemben je-

lentős tételt képviselő szabadvezeték-szállítási kapcsolat. Emiatt a hálózatépítés beszerzéseit nem a D4D-től rendelte meg a kínai fél, a cég pedig elesett 8000 t/év huzalértékesítési lehetőségtől. Kényszerintézkedéseket vezettek be az ötdéres esett értékesítési mennyiség következményeinek kivédésére.

Még 1982-ben megkezdtek a hegesztőpálcák gyártását, majd a hegesztőhuzalokat gyártották 1985-től. Fémgőzölés és fémszórás céljaira 99,8%-os alumíniumból 1985-ben kezdték meg a közép- és finomhuzal termékek gyártását elsősorban távolkeleti exportra, de Olaszország is jelentős vevőnek számított az egy komoly hazai vevő mellett.

Ennél a terméknél nem az évi mennyiség (100 t) a jelentős, hanem ez a termék számított a legnagyobb hozzáadott értékű terméknek.

Az 1985-ben indult élelmiszeripari csomagolási célú és a lapos huzalok termelése és értékesítése jelentős fejlődést jelentett az ötvözetlen huzaltermékek gyártási volumenében. E termékkör értékesítése 10 év alatt több mint 1000 t/év-re növekedett. Az élelmiszeripari célra gyártott huzalok az értékesítés mintegy negyedét tették ki a századfordulón.

E termékcsoport gyártása volt a szalmaszál, amelybe kapaszkodva tudta a cég – az 1990-es évekre mintegy 600 t/év szintre felfutott gyártás értékesítésével – mérsékelni a vezetékhuzalok piacán 1989-ben jelentkező sokkhatást.

Az élelmiszeripari célú huzalgyártással szerzett gyártási tapasztalatok kedvezően hatottak az ötvözött csomagoló és cipzárhuzalok gyártásának beindítására is.

1985-ben egy 1600 t/év kapacitású, DIGÉP gyártmányú DHCK 11 csúszva húzó géppel, majd 1989-ben egy 3500 t/év kapacitású HENRICH (DHCA 5L) csúszva húzó géppel hajtottak végre minőségi cserét a huzalhúzó gépparkban.

A finomhuzalgyártás gépparkját 1998–2001-ben alapozták meg két, különböző szerkezetű Herborn finomhúzó gép és egy DIGÉP DHCF 13U finomhúzó gép beállításával. Ezeket a gépeken gyártják a kisméretű finomhuzalokat, vékonyabb (erősen ötvözött) hegesztőhuzalokat, fémgő-

zöld huzalokat és magasabb műszaki követelmények szerint, precízen csévelt finomhuzal termékeket (pl. 0,24 mm átmérőjű finomhuzal, víz- és gázszállító műanyag és gumi vezetékek védőhálójának szövéséhez; teafilterhuzal stb.).

A precíz, vékony méreteket csak jól felszerelt húzóköcsiszoló műhellyel, képzett személyzettel lehet garantálni, amivel a huzalhúzó üzem rendelkezik.

Az utóbbi években a minőségi huzaltermékek iránt egyre nagyobb a kereslet. A termékszerkezet változása jól követhető az 5. ábrán, amely szemléletesen mutatja a termelés fel-futását és a minőségi termékek térnyerését.

Az öntve hengerlés bővülése, olvasztómű

Az első olvasztókemencék forgódobos, olajtüzelésű kemencék (2 db) voltak, majd egy 3 tonnás állókemencét telepítettek, amit rövidesen 5 tonnásra cseréltek. A tárcsagyártás folyamán keletkező technológiai hulladék beolvasztására 1988-ra már két TIAL 3000 jelű indukciós olvasztókemencével rendelkeztek. 2002-ben egy 10 tonnás ALUMATIK gyártmányú, egyterű földgázüzemű olvasztókemencét helyeztek üzembe – 1992-ben épült ki a földgázellátás – a megnövekedett tárcsa- és vékonyzalaggyártás erőteljes bővülése következtében jelentkező technológiai hulladék visszaolvasztására.

Az ezredfordulón a piackutatással foglalkozó szakemberek érzékelték az ötvözött vékonyzalag félgárt-

mányok iránti erősen megnövekedett piaci keresletet. A szalagokból légtechnikai csövet, radiátort, rendszám-táblát gyártottak, de használják a transzformátor gyártásánál is, valamint az építőipar is számos területen alkalmazza.

Előbb *Petrusz Béla* vezetésével, majd később menedzselésével a mérnöki gárda a megnövekedett mennyiségi és minőségi igények kielégítése érdekében 2001-ben egy LAUENER típusú, svájci gyártmányú ikerhengeres öntve hengerlő sort telepített egy zöldmezős beruházással létesített új üzemcsarnokba (6. ábra), olvasztó- és öntökemencével együtt. Ezzel évi 3600 tonna szalagtermékkel növelte a kapacitást

A folyékony fémből előállított 4 mm vastagságú öntve hengerelt szalag a további hideghengerlést követően a korábbinál kevesebb szűrással éri el a végméretet, amely kedvezőbb költségalkulást eredményezett.

A vékonyzalag-termelés alakulását ábrázoló diagramon jól követhető, hogy meredeken nőtt a szalagtermelés ettől az évtől kezdődően. Ez elsősorban azért volt öröndetes, mert a nagyobb hozzáadott értékű ötvözött szalagok mennyiségének növekedése volt jelentős.

A 2007-es tulajdonosváltást követően – amikor a MAL Zrt. által értékesített cég a szintén magyar érdekeltségű INOTAL Kft. tulajdonába került – 2010-ben újabb LAUENER-sort telepítettek (most a meglévő öntökemence parkot kihasználva), ezzel további lehetőséget teremtettek a szalagtermékek mennyiségi és minőségi növekedésének.

Ehhez a Széchenyi-terv keretein belül 800 M Ft vissza nem térítendő támogatást nyertek el.

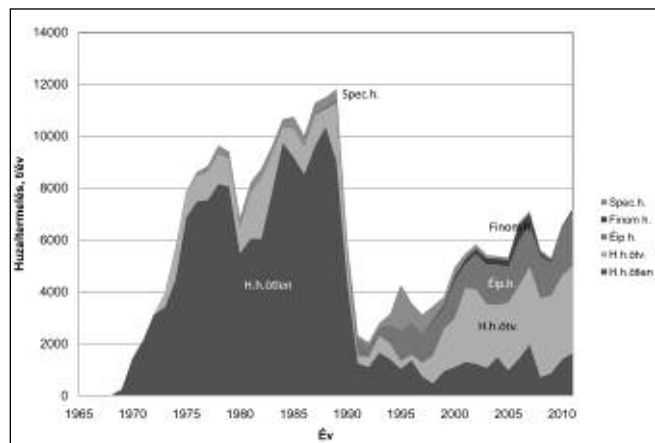
Az időközben INOTAL Zrt.-vé alakult cég ezzel a működésének elején történő beruházással jelezte, folytatni kívánja az inotai fejlesztéseket, a gazdasági válságjelek ellenére bízik a megújulásban.

A verdiktben kimondott kohóleállításra, annak 2005-ben történő megkezdése előtt úgy készültek föl a szakemberek, hogy lehetőség szerint az addigra kialakult termékszerkezet legnagyobb része megmaradhasson, hiszen arra továbbra is megfelelő igény mutatkozott.

Arra kellett felkészülni, hogy a folyékony alapanyag legnagyobb részét az öntödébe már nem a kohócsarnokból kell befogadni, hanem szilárd alapanyagot kell megolvasztani.

Felkészültek arra is, hogy az alapanyagot ne csak kohófém tömbök megolvasztásából, hanem vásárolt gyártásközi és begyűjtésből származó hulladék és másodnyersanyag visszaolvasztásából éri el, hiszen létérdek – a kohó meglétekor még alig 800 t/év mennyiségű – vásárolt hulladék részarányának közel egy nagyságrendű növelése. A korábbi kohócsarnok (7. ábra) kiválóan alkalmas vásárolt hulladék és másodnyersanyag tárolására. Az itt tárolt, mintegy 10000 t/év mennyiségű vásárolt hulladék gondosan raktározva kiváló alapanyag.

2005-ben egy 25 tonnás, egyterű, 25000 t/év kapacitású, rekuperatív tüzelésű, ALUMATIK típusú olvasztó-



■ 5. ábra. A huzalgyártás mennyiségének és szerkezetének alakulása az indulástól 2011-ig



■ 6. ábra. Az ikerhengeres öntve hengerlő soron gyártott első kísérleti, dupla széles szalagtekercs



■ 7. ábra. A korábbi kohócsarnok, amely ma hulladéktárolásra szolgál



■ 8. ábra. Az 50 tonnás Thermcon-kemence



■ 9. ábra. Az 50 éves jubileumi ünnepségre készülve



■ 10. ábra. A 10 éve készült jubileumi emléklapok

kemencét helyezték üzembe, első-sorban tömb betétek olvasztására. A nagy várakozás az alaposan átgondolt beruházást, az 50 tonnás Thermcon kemence üzembe helyezését előzte meg.

A 21 000–25 000 t/év kapacitású, kétkamrás, első-sorban (színes és színtelen) hulladék olvasztására alkalmas, regeneratív tüzelésű olvasztókemence kedvező olvasztási paramétereit a tüzelő rendszerén túl az elektromágneses fémszivattyújának köszönheti (8. ábra).

Ma már elmondhatjuk, hogy a fenti olvasztókemencék beállítása zökkenőmentessé tette a kohó leállítását követő alapanyagváltást. Azóta a korábbi kohócsarnok egyik felét bérlő Martin Metals Kft. látja el hulladék alapanyaggal igényei szerinti időpontban a céget. A korábbi évi 800 t-ról 10000 t közelébe került hulladék és másodnyersanyag részarány elérése dicséretes, ami további eredmények elérésére kell hogy ösztönözzön.

A jövőkép

Az 50 éves jubileumi ünnepség kétfelvényei a tulajdonosváltással eloszlottak (9. és 10. ábra). Az INOTAL Zrt. vezetősége komplex technológiai fejlesztési projekt megvalósításáról döntött 2012-ben, amelynek révén piaci pozícióját erősítheti, és ezzel 50 új munkahelyet teremt.

A projekt fő elemeként egy új Properzi típusú öntve hengerlő sort telepítenek és állítanak üzembe 2014. év elején egy új üzemcsarnokban. A lapos termékek, a keskenyszalag és a tárcsa alapanyag gyártásának korszerűsítéséhez új hőkezelő kemencék kerülnek az üzemekbe.

Ehhez a 3,5 Mrd forintos beruházáshoz 914 M Ft vissza nem térítendő támogatást nyertek el.

Mik a kilátásaink?

Ha a PROPERZI cég ugyanolyan élettartamú gépet gyárt ma is, mint 45 éve, és ugyanolyan gondosan és jól

bánunk a gépsorral, mint az elsővel, akkor biztos további 45 év látszik az elkezdődött újabb 60 évből.

Mi kell az elkövetkező 60 évhez?

Ugyanaz, mint az elmúlt 60 évhez: a jövőbe vetett hit, emberiség, áldozatkészség, szorgalom, szakmai tudás, a múlt megbecsülése, összefogás.

Mit kívánhatunk a következő 60 évre?

Jó szerencsét!

☞ Szücs Zoltán
okl. kohómérnök

Irodalom

- [1] 50 éves az inotai alumíniumkohászat 1952–2002. Jubileumi kiadvány
- [2] 60 éves az alumíniumgyártás Inotán (az OMBKE ünnepi megemlékezés előadása, Temeszentandrás Guido)

Többtengelyű hidegalakítási kísérletek

Az intenzív képlékeny alakítás közben lejátszódó alakváltozás mechanizmusának felderítése napjainkban számos kutatót foglalkoztat. Hasonlóan élénk érdeklődés nyilvánul meg az intenzív képlékeny alakítást kapott anyagokban termikus aktiválás hatására lejátszódó folyamatok sajátosságai iránt. Ebben a munkában egy Gleeble 3800 típusú, Dynamic System Inc. által gyártott termomechanikus szimulátor MAXSTRAIN egységével, ötvözetlen rézzel végzett többtengelyű intenzív képlékeny alakítási kísérletekről számolunk be.

Elsősorban a MAXSTRAIN egység működésének lényegével, az alakítás paramétereinek programozásával és a rendszer szolgáltatott információkkal foglalkozunk, míg a rézben, mint modellanyagban lejátszódó alakváltozás mechanizmusát csak érintőlegesen tárgyaljuk.

1. Bevezetés

Segal [1] új lehetőségeket teremtő munkássága óta az intenzív képlékenyalakítás (IKA) a kutatók és ma már a gyakorlati szakemberek érdeklődésének előterében áll. Ennek alapvető oka, hogy a fémek és ötvözetek az IKA hatására eddig még nem ismert állapotba kerülnek, és ennek megfelelően az ilyen állapotban termikus aktivációval lezajló folyamatokat is számos, eddig még nem ismert jelenség jellemzi.

Az intenzív képlékeny alakító eljárásoknak ma már számos változata ismert. A teljesség igénye nélkül ezek a következők:

- könyöksajtolás (ECAP – Equal Channel Angular Pressing)
- nagy nyomás alatt végzett csavarás (HPT – High Pressure Torsion)
- többtengelyű kovácsolás (MF – Multiple Forging)
- folyamatos nyírás (CS – Continuous Shearing)

A felsorolt és a fel nem sorolt technikai megoldásokat többféle szempont szerint is csoportosíthatjuk. A gyakorlat szempontjából a technikai megoldás szakaszos vagy folyamatos jellege a legfontosabb jellemző, hiszen főleg a folyamatos eljárások hordozzák magukban a hatékonyabb technológiák kidolgozásának esélyét.

Egy előző munkánkban [2] részletesen tárgyalt könyöksajtolás a nagy nyomás alatt végzett csavarással együtt a szakaszos, míg a többtengelyű kovácsolás és a folyamatos nyírás – ha kissé eltérő okok miatt is – a folyamatos eljárások közé tartozik.

A többtengelyű hideg- vagy melegkovácsolást (MF) tekinthetjük napjainkban annak az egyik intenzív képlékeny alakító eljárásnak, amely az IKA eljárások közül a legtöbb információt képes szolgáltatni az ultrafinom szemcseméretű (UFG) szerkezeti és funkcionális anyagok gyártástechnológiájának kidolgozásához.

Ez a szempont vezetett bennünket, hogy a Dynamic System Inc. (USA) által gyártott, moduláris kiépítésű Gleeble 3800 típusú termomechanikus szimulátort kiegészítsük egy többtengelyű hideg- és melegkovácsolásra alkalmas MAXSTRAIN egységgel. Dolgozatunkban a MAXSTRAIN egységgel tiszta rézen végzett MF-kísérletek eredményeiről számolunk be, fokozott figyelmet szentelve a berendezés működési módjára, programozására és az általa szolgáltatott adatok értékelésére.

2. A Gleeble 3800 szimulátor bemutatása

Ahhoz, hogy a MAXSTRAIN egység működését megérthessük, meg kell ismernünk az alapberendezés, a Gleeble 3800 típusú termomechanikus szimulátor felépítését.

Az 1. ábrán látható Gleeble 3800 teljesen integrált, digitális, zárt szabályozó rendszerű berendezés termomechanikus kezelésekre és anyagvizsgálatokra egyaránt alkalmas. A berendezés két fő része a termikus rendszer és a mechanikai rendszer, melyeket a főegység és az ahhoz csatlakoztatott, a szükséges vizsgálathoz célszerűen választott MCU (Mobile Conversion Unit, azaz mobil átalakító egység) együttese alkot. Az említett két rendszer működtetéséhez szükséges további egységek:

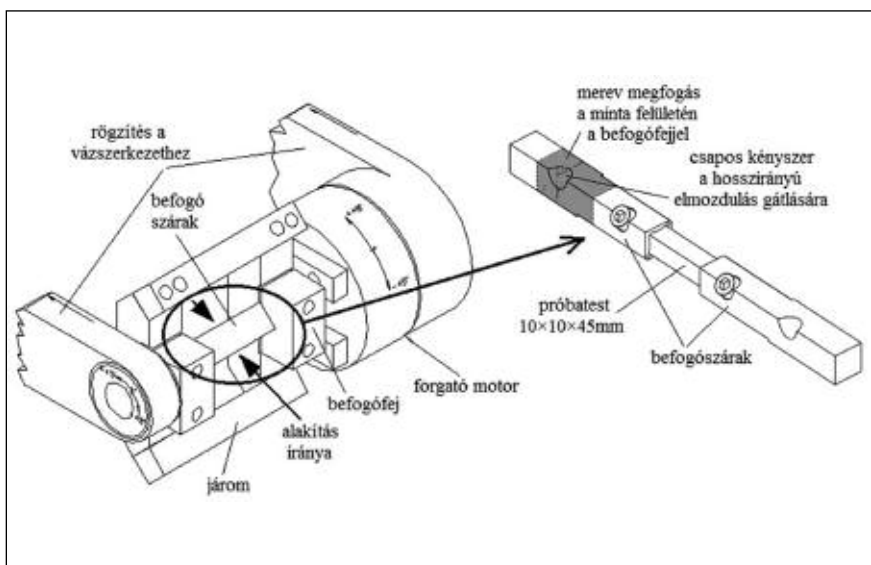
- a mechanikai rendszerhez tartozó pneumatikus dugattyú táplálását végző kompresszor,
- a hidraulikus dugattyú meghajtását biztosító rendszer,
- a hőelvezetésért felelős hűtőegység,
- a légritka vizsgálati teret létrehozó vákuum-egység.

A szimulátor vezérlését és szabályozását a vezérlő számítógép végzi. A vezérlés egy Windows-alapú szoftverben, a Quiksim-ben készített programok segítségével történik. A programok által lehetőség van számos vezérlési módra, így például az elmozdulás, az erő, az opcionálisan felszerelhető nyúlásmérő, az egyenértékű és a mérnöki feszültség, illetve alakváltozás, valamint a hőmérséklet alapján történő vezérlésre. A mechanikai rendszer lehetővé teszi az említett vezérlési módok közötti váltást a szimuláció alatt.

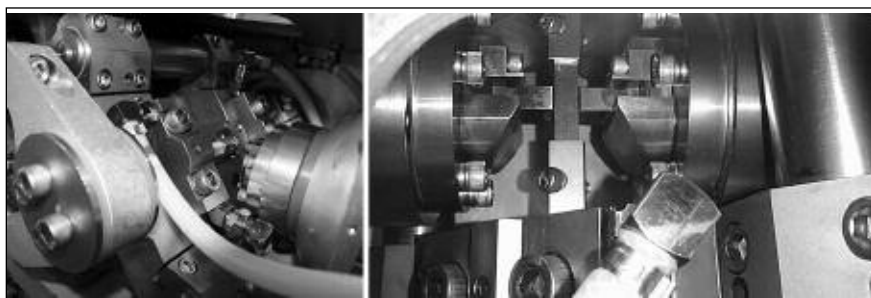
A különböző mérőrendszerek, mint például az elmozdulás-érzékelők, az erőmérő cellák vagy az opcionális érintésmentes lézeres nyúlásmérő által mért, és a vezérlő számítógép perifériáihoz csatlakoztatott kártyák segítségével feldolgozott értékek a szimuláció szabályozását teszik lehetővé, elősegítve a mechanikai vizsgálati program pontos végrehajtását és reprodukálhatóságát. A mérőrendszerek által mért mennyiségek mintavételezési gyakoriságát szintén a programban állíthatjuk be, a szimuláció egyes szakaszaiban



■ 1. ábra. A Dunaújvárosi Főiskola Műszaki Intézetében letelepített Gleeble 3800 típusú, Dynamic System Inc. által gyártott termomechanikus szimulátor



■ 2. ábra. A többtengelyű kovácsolásra (MF) alkalmas MAXSTRAIN egységben a próbatest befogását és forgatását biztosító mechanikai elemek vázlata



■ 3. ábra. A 35036 típusú MAXSTRAIN egység funkcionális részei

külön-külön is. Ennek maximális értéke 20000 Hz.

A fizikai szimuláció végeztével a gyűjtött adatok Origin™ szoftverbe egyszerűen betölthetők, majd a szükség szerint kiválasztott adathal-

zokból grafikonok készíthetők a vizsgálat kiértékeléséhez.

A MAXSTRAIN egységet úgy tervezték meg, hogy az nagy alakítási sebességgel végrehajtott többtengelyű és több lépésből álló zömítés

közben képes legyen a próbatest hőmérsékletének pontos kontrolljára és a próbatest előírt alakváltozásának betartására.

A MAXSTRAIN egység lehetővé teszi a próbatest alakváltozási mértékének, alakváltozási sebességének, hőmérsékletének, az alakítások közötti holtidők hosszának, valamint a próbatest alakítás előtti és utáni hőkezelési paramétereinek kontrollját is.

A 35036 típusú MAXSTRAIN modell – amelyet a Dunaújvárosi Főiskola Műszaki Intézetének Gleeble laboratóriumában 2011 őszén helyeztek üzembe – egy többtengelyű alakítás végzésére alkalmas berendezés, a MAXSTRAIN MCU a Gleeble 3800 típusú rendszerhez csatlakozik. A próbatest rögzítését két keresztfej között alakították ki, úgy, hogy azok a főegység nagy merevségű vázszerkezetéhez csatlakoznak, és a vákuumtartály a két keresztfejet öleli körül. A kettős rögzített keresztfejes megoldás nagyon merevvé teszi a rendszert. A keresztfejek közé van beépítve a vezetőjárom. Ez a szerkezeti megoldás megnöveli a MAXSTRAIN MCU-jának kompressziós merevségét. Ennek érdekében, hogy egy olyan módszert fejlesszenek ki, amely biztosítja a próbatest nagymértékű alakváltozását, meg kellett találni azt az utat, amely a nagymértékű alakítás ellenére is biztosítja az alakított rész térfogatának változatlanóságát. Ezen a követelményen túlmenően az egyes alakítási lépések közötti időnek is nagyon rövidnek kell lennie, ellenkező esetben lejátszódhat – legálábbis részben – a próbatest anyagának kilágulása.

További, immár a harmadik követelményt jelenti annak a hőmérsékletnek a pontos kontrollja, amelyen az alakítást el kell végezni. Ahhoz, hogy ezeknek a követelményeknek a MAXSTRAIN egység meg tudjon felelni, hasáb alakú próbatesteket használ, amelyeket befogók fognak meg. A próbatest a befogókkal együtt forgatható a próbatest hossz tengelye körül, mégpedig 90°-os egyedi elfordulásokkal a keresztfej és a vezetőjárom közé beépített hidraulikus táplálású motor segítségével. A forgatás programozható. Az alakítási lépések

Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

Vaskohászat

- Károly Gyula – Lengyel Attila – Gyerák Tamás – Szabó Zoltán:** A gumibroncsok újrahasznosítása során elkülöníthető cordacélhuzal-hulladékok kohászati hasznosíthatósága 3/2
- Krállics György – Szűcs Máté – Lénárd János:** Súrlódási tényező meghatározása lemez hideghengerlésnél2/3
- Lengyelné Kiss Katalin:** A vaskohászat hengerlési szakembere és történetének kutatója. Interjú dr. Rempert Zoltánnal 1/37
- Móger Róbert – Rokszin Zoltán:** A kohókba jutó kén, alkáliák és a cink eltávolításának metallurgiai lehetőségei.....5/1
- Pálinkás Sándor:** Hengerelt szalagok lencsésességének mérése egyedileg fejlesztett mérőeszközzel2/1
- Szatmári László:** Útszalak okozta reoxidáció vizsgálata a konverteres acélgyártás technológiájában5/8
- Török Tamás – Dénes Éva – Fajger János:** Fejlesztések a folyamatos tűzi mártó szalaghorganyzásban3/6
- Veres Zsolt – Szurdán Szabolcs – Roósz András:** Gáznitridálás a Miskolci Egyetem Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében.....5/12

Öntészet

- Gergely Gréta – Gácsi Zoltán:** Az alumínium-szilícium eutektikum módosítási mechanizmusa3/16
- Godzsák Melinda – Fegyverneki György – Farkas György – Sólyom Jenő – Kovács Árpád – Pekker Péter – Gácsi Zoltán:** AlSi10MgCu0,5 ötvözetből készült járműipari öntvények hőkezelésének időszerű kérdései5/30
- Karancz Ernő:** Az angyalföldi Acélöntő és Csőgyár története2/9
- Lengyelné Kiss Katalin – Szende György:** Csaba Metál, a sikeres vállalat1/48
- Liu Jinhai – Li Guolu – Zhang Huiyou és tsai:** Karbidos ausztemperált gömbgrafitos öntöttvas mikroszerkezetének és tulajdonságainak vizsgálata1/44
- Molnár Dániel – Dúl Jenő – Fodor Krisztina:** Az öntészeti szimuláció alkalmazása a technológiatervezésben3/12
- Pabel Thomas – Bozorgi Salar – Kneissl Christian – Faerber Katharina – Schumacher Peter:** Az AlSi7MgCu ötvözetek melegrepedési hajlama és az ötvözőelemek (magnézium és réz) hatásai.....5/19
- Tokár Monika – Tóth Márta – Dúl Jenő – Fegyverneki György:** Szennyezőelemek változékonysága az öntészeti Al-Si-ötvözetekben5/25

Fémkohászat

- Clement Lajos:** Hetvenéves az alumíniumkohászat Székesfehérváron (1941–2011) II. rész2/21
- Fülöp Krisztián:** Hetvenéves az alumínium képlékeny alakítás Székesfehérváron (1941–2011)1/52
- Hegyes Tibor – Barkóczy Péter:** Az előmelegítés hatása az Al-1,5% Mn alumíniumötvözet lágyulására5/36
- Radányi Ádám – Sycheva Anna – Gácsi Zoltán:** Ön tükrisztály képződés vizsgálata ólommentes forrasztási technológi-

- áknál3/29
- Szabó Gábor – Mertinger Valéria:** Alumínium lemezek platírozási technológiájának optimalizálása.....3/25
- Török Tamás – Orosz Viktor – Fekete Zoltán:** Rézleválasztás acélhuzalra pirofoszfátos galvánfördőkől1/57
- Zupkó István – Szabó Gábor:** Plattírozási kísérletek a Von Roll hengerállványon brazing alapanyagok hengerléséhez3/21

Anyagtudomány

- Babcsáné Kiss Judit – Sóki Péter – Blaskovics Ferenc – Számel György – Tóth László – Beke Sándor – Babcsán Norbert:** Fémhabok fejlesztése csontbarát ortopéd implantátumok gyártása céljából1/61
- Barkóczy Péter – Gyöngyösi Szilvia:** Rövidtávú diffúziós folyamatok szimulációja sejtautomata módszerrel2/30
- Ferenczi Tibor – Dobó Zsolt:** Aerogél tartalmú tűzálló falazatok vizsgálata3/39
- Kaptay György:** Határfelületi jelenségek a fémcsapadékgyártásban. 6. rész. A határfelületi kapilláris erő5/42
- Karacs Gábor – Roósz András:** A szferoidit ausztenitesedésének szimulációja5/47
- Kardos Ibolya – Gácsi Zoltán:** Színes maratás alkalmazása öntöttvasak szövetszerkezetének jellemzésére3/34
- Károly Zoltán – Mohai Ilona – Klébert Szilvia – Balácsi Csaba – Szépvölgyi János:** SiC és Si₃N₄ bevonatok kialakítása plazmaszórással2/26
- Lukács János:** Módszer fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbék meghatározására és annak alkalmazása nagyszilárdságú acélokhoz3/43
- Májlinger Kornél – Orbulov Imre Norbert:** Fémmátrixú kerámia kompozitok mikroszerkezeti tulajdonságai5/53
- Rontó Viktória:** Cu-Hf-Ti amorf ötvözetek mechanikai tulajdonságai és kristályosodási mechanizmusa3/54
- Rontó Viktória:** Cu-Hf-Ti amorf ötvözetek termodinamikai tulajdonságai2/35
- Tomolya Kinga – Janovszky Dóra – Svéda Mária – Roósz András:** Amorf ötvözetek előállítási lehetőségei az MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoportban3/48

Felsőoktatás

- Bereczki Péter – Verő Balázs – Józsa Róbert – Portász Attila – Fehér Jánosné – Virág János:** Meleghengerlés közben lejátszódó (a melegen hengerelt szalag tulajdonságait befolyásoló) folyamatok kutatása Gleeble 3800 szimulátor alkalmazásával. Előkészület a HSMM szoftverhez való csatlakozáshoz1/7
- Dúl Jenő – Hatala Pál:** Öntészeti szimuláció hasznosítására alakult vállalkozás2/39
- Gonda Viktor – Bognár Viktória – Molnár László – Verő Balázs – Valenta László:** A könyvsajtóelmélet és gyakorlata1/20
- Kadocsa László:** Oktatás-kutatás-innováció szinergikus egységben a Dunaújvárosi Főiskolán1/1
- Verő Balázs:** A fizikai és matematikai szimuláció helye és szerepe a műszaki anyagtudományban1/2



Woperáné Serédi Ágnes – Nagy Gábor: Biogáz és szin-
tézisgáz energetikai hasznosítása5/58

Hírmondó

Havasi István – Kurgyis Kata – Hegedűs Réka: A magyar
bányamérők hozzájárulása a Nemzetközi Bányamérő Egye-
sület (ISM) fejlődéséhez4/37
Józsa Róbert – Szilágyi Irén: Megkezdődött a Borovszky-
emlékévé előadásorozata2/44
Károly Ferenc: Megemlékezés a 200 éve született Kováts
Lajosról6/16
Károly Gyula: Rendhagyó interjú Sziklavári és Szöke pro-
fesszorokkal2/41
Livo László: Életünk az energia 5.4/47
Oelberg Gusztáv – ifj. Oelberg Gusztáv: Az Oelberg család
a hazai bányászatban, kohászatban6/20
Réthy Károly: Miszt- és Láposbánya bányászata4/50
Rosta István – ifj. Rosta István: A selmeci Akadémia kisu-
gárzó hatása és gazdasági tényezővé válása6/9
Szende György – Lengyel Károly: Dr. Sándor József lett
2012-ben az Év Üzletembere6/30
Thiele Ádám: Középkori Vasipari Park és Őskohász Tábort
Somogyfajszon2/43
Vitális György: Emlékezés a 200 éve született Pettkó János

selmeci geológus professzorra4/45
Wanek Ferenc – Emödi András: Egy nagyváradi születésű
tudós – Péch Antal – a magyar bányászat leghíresebb kép-
viselője6/25

60 éves az OMBKE Öntészeti Szakosztálya (különszám)

A hazai öntvénygyártás 2002–2012 között2
A szakmai képzés-oktatás 2002–2012 között31
Az Öntészeti Szakosztály fontosabb eseményei
2002–2012 között17
Az Öntészeti Szakosztály hatodik évtizede (2002–2012)8
Az Öntészeti Szakosztály tagsága nemzetközi szakmai szer-
vezetekben57
Az Öntészeti Szakosztályt érintő egyéb fontos események
2002–2012 között29
Az Öntödei Múzeum főbb eseményei a szakosztály működé-
sének hatodik évtizedében44
Bevezető1
Magyar öntészeti kiadványok, új öntészeti szakirodalom
2002–2012 között42
Szaklapunk rövid története, szerkesztők, rovatvezetők
2002–2012 között39
Utószó60

Közlemények

Vaskohászat

Beszámoló a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés 2012. már-
cius 1-jei taggyűléséről2/8
Beszámoló a XIV. Képlékenyalakító Konferenciáról2/7
Fazola Fesztivál (VI. Fazola-napok) Miskolcon5/17
Meghívók, hirdetések1/43, 3/11
Őskohász Tábort Somogyfajszon5/16
Salakkal a környezetvédelem szolgálatában2/7

Öntészet

A világ öntvénytermelése 2010-ben2/20
De most már búcsúzunk2/16
Köszöntjük Erich Nechtelbergert, testvérpárunk főszerkesz-
tőjét1/50
Meghívók, hirdetések1/51, 2/19
MÖSZ elnökségi ülés2/18
Öntészeti világkonferencia Mexikóban2/17
Személyi változások1/51

Fémkohászat

A Fémkohászati Szakosztály ünnepi vezetőségi ülése2/24
A Fémkohászati Szakosztály taggyűlése Tatabányán2/25
Alumíniumipari Feldolgozó Szakmai Nap Kecskeméten5/39
Látogatás a FÉMALK Zrt.-nél2/25
Meghívók, hirdetések3/33
Tudósítás5/41

Anyagtudomány

Könyvismertető2/38

Felsőoktatás

A Műszaki Anyagtudományi Kar hírei – 2012. szeptember
5/63
A Műszaki Anyagtudományi Kar hírei2/40
Centenárium ünnepség a Műegyetemen5/62

Könyvismertetés2/39

Egyesületi hírmondó

102. Küldöttgyűlés kitüntetettjei4/16
118 éves a „Jó szerencsét” köszöntés4/53
250 éves a világ első felsőfokú műszaki tanintézménye
„Akadémisták Selmecen” ünnepség6/2
60 éves fennállását ünnepelte az öntészeti szakosztály5/3
A 120 éves Országos Magyar Bányászati és Kohászati
Egyesület az adatok és képek tükrében6/41
A beruházások helyzete és az alkotók elismerése5/67
A Borovszky-emlékévé második rendezvénye5/66
Apcon tartotta tisztújító Közgyűlését a Fémkohászati Szakosztály3/67
Átadták a 2012. évi MÖSZ-díjakat3/66
Az elmúlt időszak jeles eseményei Egyesületünk életében6/37
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület
102. Küldöttgyűlése4/2
Bányász, kohász, erdész szakmai emléktúra4/30
Egyesületi hírek4/58, 6/59
Emlékeztető az OMBKE 2012. április 3-án tartott választ-
mányi üléséről2/45
Hazai hírek3/68, 3/B3, 4/64, 6/67, 6/70
In memoriam Woditska (Csermely) István (1862–1928)5/64
Interjú dr. Gulyás Józseffel, a Miskolci Egyetem professor
emeritusával3/61
Interjú dr. Voith Mártonnal, a Miskolci Egyetem professor
emeritusával3/59
Interjú Várhelyi Rezsővel, a KÖBAL nyugalmazott igaz-
gatójával, az OMBKE tiszteleti tagjával4/54
Ipartörténeti kerekasztal-konferencia lesz Tokajban5/67
Jubileumi ünnepség a Miskolci Egyetemen6/5
Köszöntés:2/48
Dr. Bakó Károly2/50
Baráz András1/65
Clement Lajos2/49
Hajnal János5/69
Dr. Horváth Ákos2/51
Horváth Gábor3/69
Horváth István3/69



Dr. Kiss Mátyás.....	1/66	Dr. Dénes Éva (1964–2012).....	3/70
Komár László.....	1/65	Dr. Dutkó Lajos (1938–2012).....	3/72
Kovács Dezső.....	1/66	Enyingi Kálmán (1932–2012).....	5/71
Lőrinczi József.....	2/50	Fuchs Erik (1930–2011).....	1/70
Mokri Pál.....	1/65	Gombás László (1926–2012).....	3/71
Dr. Nyitrai Dániel.....	3/69	Dr. Horváth Ferenc (1929–2012).....	1/72
Pálfi István.....	2/49	Kálmán Béla (1946–2011).....	1/68
Sas István.....	5/69	Molnár László (1924–2012).....	6/69
Simon Béla.....	2/49	Pöstyényi Balázs (1936–2012).....	5/71
Szécsi Károly.....	2/50	Prohászka János (1920–2012).....	5/72
Szegedy-Maszák Tibor.....	1/66	Dr. Schippert László (1932–2011).....	1/69
Dr. Tóth Lajos Attila.....	5/69	Schultheisz Gyula (1928–2011).....	1/69
Középkori Vasipari Park és Óskohász Tábor Somogyfajszon.....	2/43	Sípos Ákos (1948–2012).....	2/51
Külföldi hírek.....	6/76	Soltész István (1927–2012).....	6/68
Lapszemle.....	4/44	Dr. Szabó Ferenc (1930–2012).....	2/52
Márciusban megkezdődött a Borovszky-emlékév előadás-sorozata.....	2/44	Szaniszló Ágnes (1944–2012).....	5/70
Megemlékezés az OMBKE alapításának 120. évfordulójáról 4/31		Dr. Zsámboki László (1936–2012).....	1/71
Meghívók, hirdetések.....	3/64, 4/30, 4/46, 4/49, 6/4, 6/8, 6/24, 6/29, 6/36, 6/55	Öntészeti szimulációs fórum.....	3/65
Múzeumi hírek.....	3/67	Száz éve született Gillemot László akadémikus.....	3/63
Nekrológ:		Szemelvények kohászatunk múltjából:	
Altnéder János (1919–2011).....	1/68	Korompa.....	1/B3
Berecz Endre (1925–2012).....	6/69	Boksán.....	2/B4
Dr. Buray Zoltán (1919–2011).....	1/67	Libetbánya.....	5/B4
		Személyi hírek.....	4/57
		Tartalom és tárgymutató – 2011.....	2/I-IV.
		Vízierővel működő hámorok rekonstrukciója Szászországban.....	5/68
		XIX. Szigetközi Szakmai Napok.....	3/65

Betűrendes névmutató

Vaskohászat

Dénes Éva.....	3/6
Fajger János.....	3/6
Gyerák Tamás.....	3/2
Károly Gyula.....	3/2
Krállics György.....	2/3
Lénárd János.....	2/3
Lengyel Attila.....	3/2
Lengyelné Kiss Katalin.....	1/37
Móger Róbert.....	5/1
Pálínkás Sándor.....	2/1
Rokszin Zoltán.....	5/1
Roósz András.....	5/12
Szabó Zoltán.....	3/2
Szatmári László.....	5/8
Szurdán Szabolcs.....	5/12
Szűcs Máté.....	2/3
Török Tamás.....	3/6
Veres Zsolt.....	5/12

Öntészet

Bozorgi Salar.....	5/19
Dúl Jenő.....	3/12, 5/25
Faerber Katharina.....	5/19
Farkas György.....	5/30
Fegyverneki György.....	5/25, 5/30
Fodor Krisztina.....	3/12
Gácsi Zoltán.....	3/16, 5/30
Gergely Gréta.....	3/16
Godzsák Melinda.....	5/30
Karancz Ernő.....	2/9
Kneissl Christian.....	5/19
Kovács Árpád.....	5/30
Lengyelné Kiss Katalin.....	1/48

Li, Guolu.....	1/44
Liu, Jinhai.....	1/44
Molnár Dániel.....	3/12
Pabel, Thomas.....	5/19
Pekker Péter.....	5/30
Schumacher Peter.....	5/19
Sólyom Jenő.....	5/30
Szende György.....	1/48
Tokár Monika.....	5/25
Tóth Márta.....	5/25
Zhang, Huiyou.....	1/44

Fémkohászat

Barkóczy Péter.....	5/36
Clement Lajos.....	2/21
Fekete Zoltán.....	1/57
Fülöp Krisztián.....	1/52
Gácsi Zoltán.....	3/29
Hegyes Tibor.....	5/36
Mertinger Valéria.....	3/25
Orosz Viktor.....	1/57
Radányi Ádám.....	3/29
Sycheva Anna.....	3/29
Szabó Gábor.....	3/21, 3/25
Török Tamás.....	1/57
Zupkó István.....	3/21

Anyagtudomány

Babcsán Norbert.....	1/61
Babcsánné Kiss Judit.....	1/61
Balácsi Csaba.....	2/26
Barkóczy Péter.....	2/30
Beke Sándor.....	1/61
Blaskovics Ferenc.....	1/61

Dobó Zsolt.....	3/39
Ferenczi Tibor.....	3/39
Gácsi Zoltán.....	3/34
Gyöngyösi Szilvia.....	2/30
Janovszky Dóra.....	3/48
Kaptay György.....	5/42
Karacs Gábor.....	5/47
Kardos Ibolya.....	3/34
Károly Zoltán.....	2/26
Klébert Szilvia.....	2/26
Lukács János.....	3/43
Májlinger Kornél.....	5/53
Mohai Ilona.....	2/26
Orbulov Imre Norbert.....	5/53
Rontó Viktória.....	2/35, 3/54
Roósz András.....	3/48, 5/47
Sóki Péter.....	1/61
Svéda Mária.....	3/48
Számel György.....	1/61
Szépvolgyi János.....	2/26
Tomolya Kinga.....	3/48
Tóth László.....	1/61

Felsőoktatás

Bereczki Péter.....	1/7
Bognár Viktória.....	1/20
Dúl Jenő.....	2/39
Fehér Jánosné.....	1/7
Gonda Viktor.....	1/20
Hatala Pál.....	2/39
Józsa Róbert.....	1/7
Kadocsa László.....	1/1
Molnár László.....	1/20
Nagy Gábor.....	5/58
Portász Attila.....	1/7



Valenta László	1/20	Hegedűs Réka	4/37	Réthy Károly	4/50
Verő Balázs	1/2, 1/7, 1/20	Józsa Róbert	2/44	ifj. Rosta István	6/9
Virág János	1/7	Károly Ferenc	6/16	Rosta István	6/9
Woperáné Serédi Ágnes	5/58	Károly Gyula	2/41	Szende György	6/30
Hírmondó		Kurgyis Kata	4/37	Szilágyi Irén	2/44
Emődi András	6/25	Lengyel Károly	6/30	Thiele Ádám	2/43
Havasi István	4/37	Livo László	4/47	Vitális György	4/45
		ifj. Oelberg Gusztáv	6/20	Wanek Ferenc	6/25
		Oelberg Gusztáv	6/20		

Tárgymutató 2011

A, Á

acél hengerlése	1/2, 1/7
– horganyzása	3/6
– hőkezelése	5/47
– vizsgálata	3/43
acélhulladék hasznosítása	3/2
acélgyártás	5/8
acélolvadék	5/8
aerogél	3/39
alakváltozás	2/39
alumínium alakítása	1/52
– hengerlése	3/21, 3/25
alumíniumipar története	1/52, 2/21
alumíniumötvözet	3/16, 5/19
– hőkezelése	5/30, 5/36
–, járműipari	5/30
– kristályosodása	5/25
– mechanikai tulajdonságai	5/19, 5/30, 5/36
anyagtudomány	1/1, 1/2, 5/42
anyagvizsgálat	3/43
ausztenit	5/47

B

bányászat története	4/37, 4/45, 4/50
bevonatok	2/26
biomassza	5/58
bucavas	2/43

CS

csőgyártás	2/43
------------------	------

D

diffúzió	2/30, 5/12
dűsulás	5/25

E, É

elektroacélgyártás	2/41
energiafelhasználás	5/58
energiagazdálkodás	4/47
ércelőkészítés	1/44
eutektikum	3/16

F

felsőoktatás	1/1, 6/9
fémhabok	1/61
fémkohászat	
– Magyarországon	2/21

fémkompozitok	5/53
forrasztás	3/29

G

galvánbevonat	1/57
galvanizálás	1/57

H

hengerlés	2/1, 2/3
hőkezelés	2/30
hőszigetelés	3/39
hulladékgazdálkodás	3/2

I, Í

implantátum	1/61
-------------------	------

K

kapilláris	5/42
kemenceépítés	3/39
kéntelenítés	5/1
képlékenyalakítás	1/20, 1/37, 2/1
kompozitok	
–, fémmátrixú	5/53
kristályosodás	2/35, 3/16, 3/29, 3/48, 3/54, 5/25

M

Magyarország(on)	
– acélgyártás	2/41
– alumíniumipar	1/52
– fémkohászata	2/21
– öntészete	1/48, 2/9
– vaskohászata	1/37, 2/41, 2/44
maratás	3/34
meleghengerlés	1/2, 1/7
melegrepedés	5/19
metallográfia	3/34
modellezés	1/2, 1/20, 2/1, 2/3, 2/30

N

nagyolvasztó	5/1
nitridálás	5/12

NY

nyersvasgyártás	5/1
-----------------------	-----

O, Ó

oktatás	
– Magyarországon	1/1, 6/9
OMBKE Öntészeti Szakosztálya	
2012/különszám	

Ö, Ő

öntészet(i)	
– Magyarországon	1/48, 2/9, 6/30
– technológiák	3/12
öntöttvas	
–, ausztemperált	1/44
–, gömbgrafitos	1/44
– hőkezelése	1/44
– vizsgálata	3/34
ötvözetek	
–, amorf	2/35, 3/48, 3/54

P

plattírozás	3/21, 3/25
plazmaszórás	2/26

R

repedésterjedés	3/43
réz képlékenyalakítása	1/20
– kohászata	1/57

S

Selmecbánya	6/9, 6/16, 6/20, 6/25
súrlódás	2/3

SZ

szerszámacél	5/12
szimuláció	1/7, 2/39, 3/12, 5/47

T

termodinamika	5/42
tűzi horganyzás	3/6

Ü, Ú

üstmetallurgia	5/8
----------------------	-----

V

vaskohászat	
– Magyarországon	2/41, 2/44
– története	1/37

közötti holtidő így 1 sec-nál kisebb lehet.

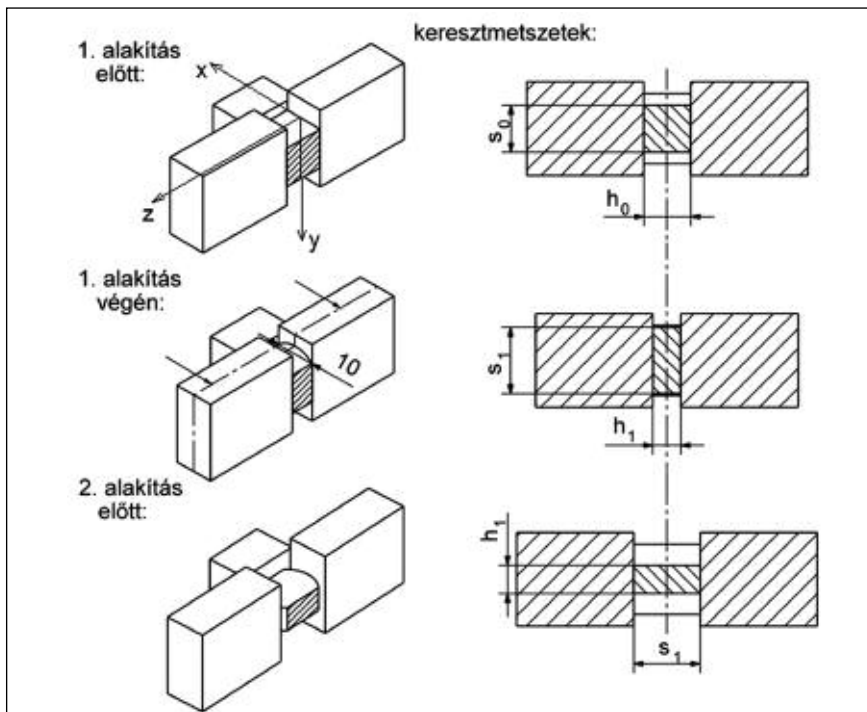
A befogókhoz csapokkal csatlakozik a próbatest a hossztengety irányú megnyúlás megakadályozása céljából. Ez a megoldás, vagyis a hosszirányú alakváltozás megakadályozása, valamint az egyes lépések közötti 90°-os elforgatás kombinációja teszi lehetővé, hogy a próbatest alakított térfogatában a vizsgálat során nagy alakváltozás alakuljon ki. Vízszintes elhelyezkedésű hidraulikus működtetésű alakító egységet alkalmazva, amelyek a pofákat is tartják, biztosítja a rendszer a próbatest alakításához szükséges terhelést.

A két alakító egység egymástól független működtetésű. Az egyik hidraulikus rendszert a Gleeble 3800-as szimulátor már meglévő 20 tonnás, 2 m/sec-os rendszere jelenti. A másik alakító egység a MAXSTRAIN MCU-jához tartozik, és kb. 40 tonna statikus terhelés kifejtésére alkalmas. A 2. ábra két vázlatán a MAXSTRAIN mechanikai rendszere és a próbatest befogása a forgatást biztosító motorral együtt látható.

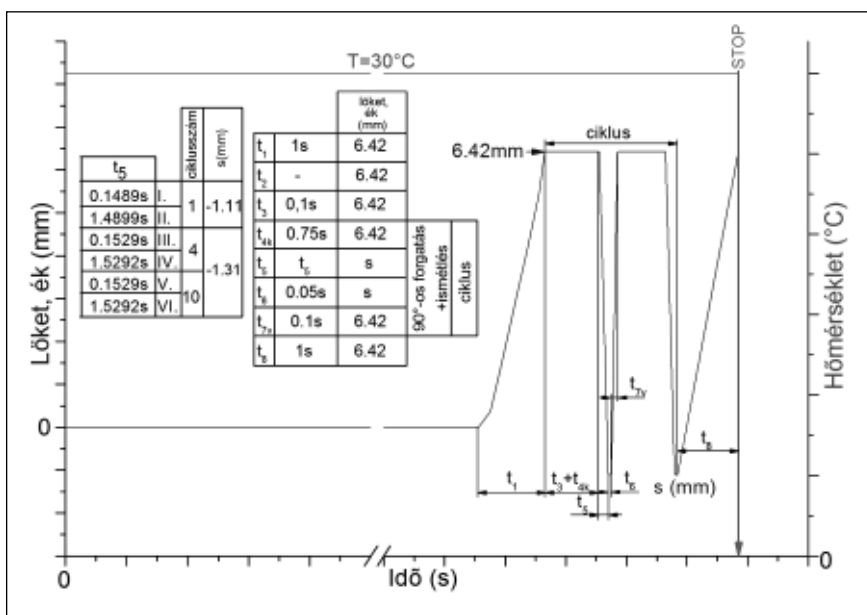
A Gleeble közvetlen ellenállásfűtése alapuló technológiája a próbatest hőmérsékletének pontos szabályozását teszi lehetővé. A hasáb alakú próbatest maximális mérete 25x25x198 mm. A próbatest végei egy rögzítő szerkezetbe vannak befogva, beépítve, amelyekhez egy bilincs is tartozik. Mindezek együtt a forgatást végző manipulátorhoz csatlakoznak.

Mivel a MAXSTRAIN képes a próbatest tengelyirányú megnyúlásának megakadályozására és a hossztengetye körüli elforgatására, lehetővé válik, hogy legfeljebb 18 lépésből álló alakítási sorozattal 20, vagy még ennél nagyobb mértékű összalakváltozást érjünk el.

A hőmérséklet mérését vagy a MAXSTRAIN MCU-jával együtt leszállított pirométerrel, vagy a próbatestre hegesztett termoelem jele alapján lehet megmérni. A MAXSTRAIN MCU-ja egy vákuumtartályt is magába foglal, amely közvetlenül csatlakoztatható a Gleeble rendszer vákuumszivattyújához. A vákuumtartály a vákuumozás után semleges gázzal visszatölthető, ezzel tovább csökkentve a próbatestnek a vizsgálat közbeni esetleges oxidálódását.



4. ábra. A próbatest alakjának többtengetyű kovácsolás (MF) közbeni változása

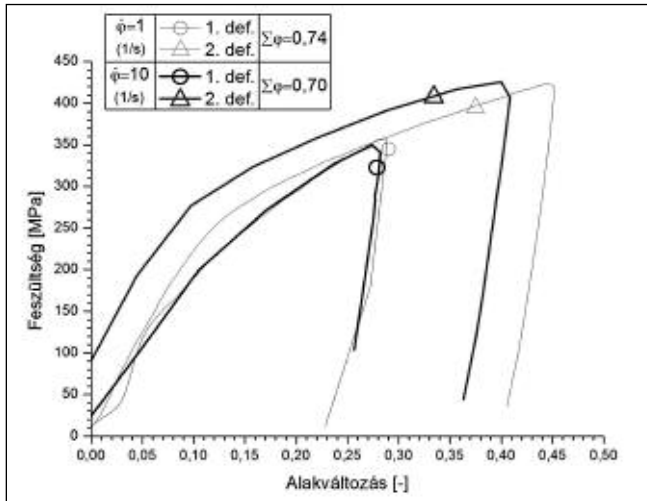


5. ábra. A $\bar{\varphi} = 0,5$ egyedi alakváltozásokból és az egyes alakítási lépések közötti 90°-os elforgatásokból álló, végső esetben 1, 4 és 10 összalakváltozást eredményező MF-kísérletek programja

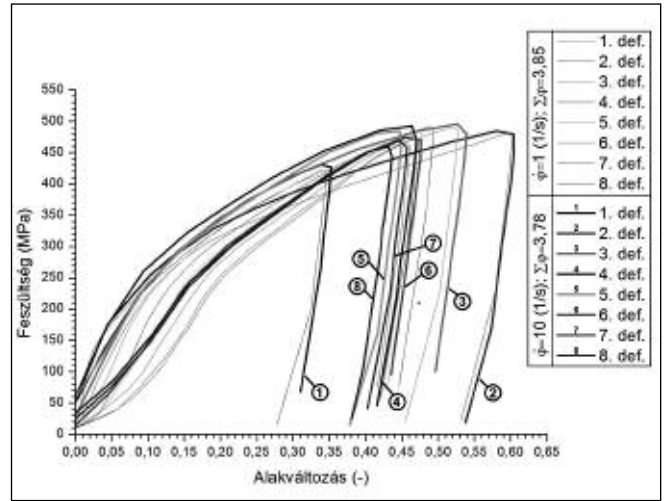
A próbatest hevítését a befogókon keresztülfolyó áram Joule hőjével biztosítjuk. Kiegészítő, pótlólagos hevítést biztosít az alakító pofákon átfolyó áram is, de értelemszerűen ez csak akkor kezd hatni, ha az alakító pofák már érintkezésbe kerültek a próbatest két oldalával.

A 35036-os MAXSTRAIN modell vezérlésére egy ún. GSL (Gleeble Script Language) programnyelv szolgál. A felhasználó által GSL-ben írt

programok segítségével biztosítható a többlépcsős alakítás mechanikai és termikus paramétereinek szabályozása. A felhasználó által GSL-ben írt egyszerű program segítségével lehetőség van az alakításokból és forgatásokból álló többlépcsős alakítási művelet szekvenciális folyamatainak kontrolljára. A hevítési és hűlési sebesség a próbatest anyaga és mérete által megszabott fizikai korlátok között szabályozható.



■ 6. ábra. A $\Sigma \bar{\varphi} = 1$ összalakváltozásra programozott MF-kísérletek során mért adatokból származó $\bar{\sigma} - \bar{\varphi}$ görbék



■ 7. ábra. A $\Sigma \bar{\varphi} = 4$ összalakváltozásra programozott MF-kísérletek során mért adatokból származtatott $\bar{\sigma} - \bar{\varphi}$ görbék

A 3. ábrán a MAXSTRAIN egység mechanikai funkcionális részeiről készített felvételek láthatók, a megmunkálendő próbatesttel együtt.

3. A többtengelyű kovácsolás programozásának elméleti megfontolásai

A többtengelyű kovácsolás technikájánál az alakítási mérték meghatározásához érdemes tanulmányozni magát az alakítás folyamatát lépésenként. A 4. ábra mutatja be az első néhány alakítási lépést.

Látható, hogy a kezdetben négyzet közép-keresztmetszetű, $s_0 \times h_0 \times 10$ mm méretekkkel jellemzett alakított térfogat (kocka) az első alakítás végén íves paláستtal határolt alakzattá torzul, melynek közép-keresztmetszete egy $s_1 \times h_1$ méretű téglalap. A további alakítások során a minta 90°-os forgatása mellett a 4. ábra szerinti utolsó két lépés ismétlődik. Az íves palástfelület kialakulása a próbatest hossz tengelyének irányában („x” irány) jellemző gátolt alakváltozással magyarázható, melynek következtében a próbatest anyaga – a térfogat-állandóság miatt – oldalirányba, illetve az alakítást közvetlenül el nem szenvedő, átmeneti tartomány felé kényszerül áramlani. E palástfelület a 4. ábra szerinti „z” irányban is kis mértékben íves, mely erősen hasonlatos az egytengelyű nyomóvizsgálatoknál a szerszám és a darab közötti súrlódás hatására kialakuló hordósodás jelenségéhez

A 4. ábrát tekintve feltűnik, hogy az

első alakításnál kezdeti vastagságnak tekintett $h_0 = 10$ mm nem egyenlő a 2. alakítás előtti kezdeti vastagsággal, mely nem más, mint az első deformáció után létrejövő s_1 magasság a próbatest 90°-os forgatását követően. Emiatt az azonos végállásra programozható alakító szerszámfelek az első és a második alakításnál eltérő mértékű deformációt hoznak létre. Az alakváltozás mértékének pontosabb beállításához a későbbiekben ún. adaptív eljárást fogunk használni, amely az alakított zóna hosszának folyamatos mérésével szabályozza a folyamatot.

4. A kísérleti anyag

A kísérletek anyagául szolgáló ötvözetlen rezet a Schmelzmetall Kft.-ben gyártották. A vákuumindukciós kemencében megolvasztott katódrézsből kisméretű tuskókat öntöttek, amelyeket 14 mm átmérőjű rúddá kovácsoltak. Kovácsolás után a rudak anyagát 750 °C-on 1 óráig lágyították. Lágyítás után a réz átlagos szemcsemérete 130 μm volt. A hőkezelt rudakból marással állították elő a MAXSTRAIN-es MF-kísérletekhez szükséges 10x10x42 mm méretű próbatesteket, összesen 18-at.

5. A rézmintákkal végzett MF-kísérletek programja

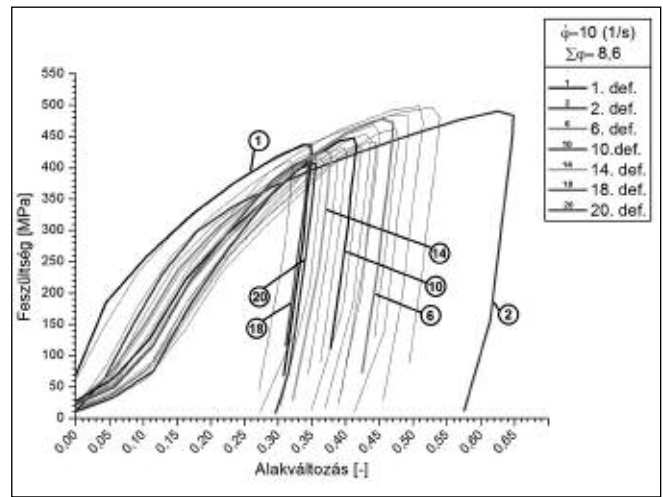
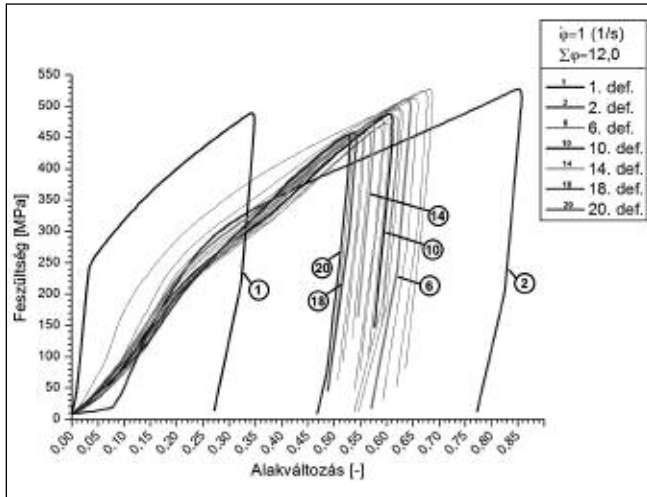
Az 5. ábra szemlélteti a rézmintákon végzett szimuláció programját. A grafikon ábrázolja az „ék” változóval azonosított jobb oldali szerszám és a

„löket” változónak megfelelő bal oldali szerszám útját az idő függvényében. Az „s” érték az egyes alakításokhoz programozott végpozíció, mely a III–VI. programoknál már a rugalmas alakváltozással növelt, korrigált érték. Ezt a korrekciót az első két szimuláción átesett minták tényleges mérete és a programozott méret közötti eltérés alapján állítottuk be. A t_5 időtartam az egyes alakítási sebességek szerint számított idő a teljes szerszám-mozgásra vonatkozóan. Mivel alakításonként $\bar{\varphi} = 0,5$ alakváltozást programoztunk, továbbá egy ciklusban két alakítás történik egy 90°-os forgatás közbeiktatásával, ezért a feltüntetett ciklusszámok megegyeznek a megvalósítandó összalakváltozással.

6. A rézminták MF-alakítása közben meghatározott adatok értékelése

A 6. ábra diagramján a $\Sigma \bar{\varphi} = 1$ összes alakváltozásra programozott MF-kísérletek során mért adatokból számított $\bar{\sigma} - \bar{\varphi}$, vagyis egyenértékű feszültség–egyenértékű nyúlás görbék láthatók. A diagram „folyási görbéire” rátekintve szembevetendő az alakváltozási sebességnek 1 sec^{-1} -ről 10 sec^{-1} -re való növelésének hatása, hiszen a nagyobb alakváltozási sebességre vonatkozó görbék mindvégig a kisebb alakváltozási sebességre vonatkozó felett futnak. Ez a helyzet megfelel az elméleti várakozásnak.

Az azonos alakváltozási sebességgel végrehajtott 1. és 2. alakításra vonatkozó görbék jellegüket tekintve közel megegyező lefutásúak, a fe-

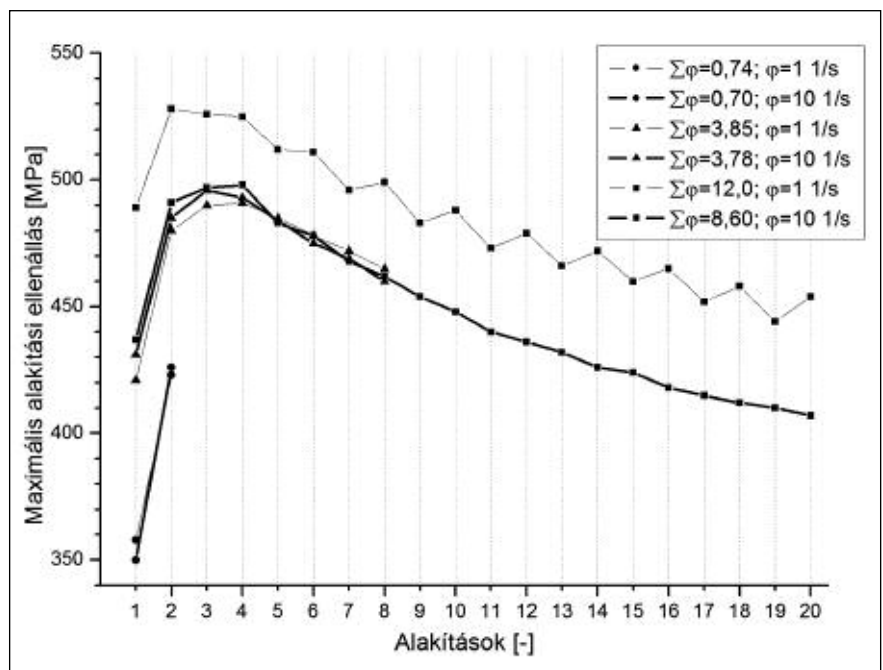


■ 8. ábra. A $\Sigma \bar{\varphi} = 10$ alakváltozásra programozott MF-kísérletek során mért adatokból számított $\bar{\sigma} - \bar{\varphi}$ görbék: a) Az 1 sec^{-1} alakváltozási sebesség mellett felvett folyási görbék; b) A 10 sec^{-1} alakváltozási sebesség mellett felvett folyási görbék

szültség az alakváltozás növekedésével monoton módon, de egyre csökkenő mértékben nőtt. A réz próbatetek MF-alakítása során a programozott és a megvalósult alakváltozás mértéke között számottevő, de rendszeres eltérést tapasztaltunk. A program szerinti $\Sigma \bar{\varphi} = 1$ helyett a kisebb alakváltozási sebességnél 0,74, míg a nagyobb alakváltozási sebességnél még ennél is kisebb, 0,70-es érték adódott. Ennek az eltérésnek számos oka lehet. A tényleges ok megtalálásában segítséget nyújtottak a $\Sigma \bar{\varphi} = 4$ és $\Sigma \bar{\varphi} = 10$ összalakítással végzett kísérletek, amelyek során 8, illetve 20 darab $\bar{\varphi} = 0,5$ mértékű alakítást programoztunk 1 sec^{-1} és 10 sec^{-1} alakváltozási sebesség mellett.

A 7. ábrán a $\bar{\varphi} = 4$ összalakváltozásra programozott MF-kísérletek során felvett „folyási görbék” láthatók. A vékony vonalak az 1 sec^{-1} , míg a vastag vonalak a 10 sec^{-1} alakváltozási sebességhez tartoznak. A kisebb és a nagyobb alakváltozási sebességgel végzett alakításokhoz tartozó folyási görbék egymáshoz viszonyított helyzete az előző kísérletnél tapasztaltak szerint alakult, de az 5–6. alakítási lépéstől kezdve a görbék jellege megváltozik, az egyenértékű feszültség az alakítás mértékének növekedésével kezdetben lassabban növekszik, mint az első néhány alakítási lépcsőben, majd fokozatosan, egyre meredekebben növekszik, végül a befejező szakaszban a görbe lefutása az előzőekhez hasonlóvá válik.

A programban előírt $\Sigma \bar{\varphi} = 4$ -hez



■ 9. ábra. Az egyes alakítási lépések végén kialakult maximális folyási feszültség a programozott kumulatív alakváltozás függvényében

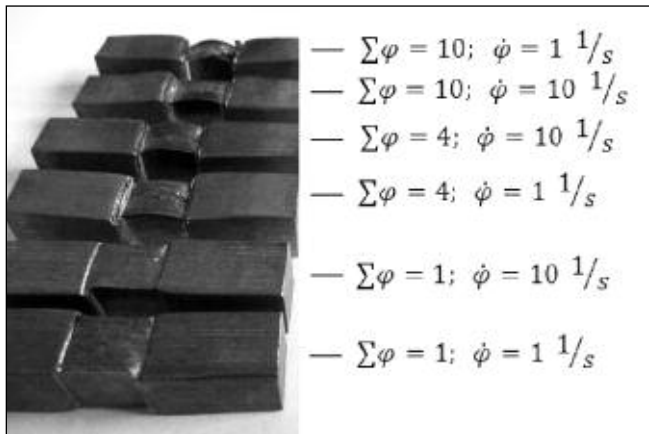
képezt itt is eltérést tapasztaltunk, nevezetesen 1 sec^{-1} alakváltozási sebesség esetén 3,85, míg 10 sec^{-1} alakváltozási sebesség esetén 3,78 adódott.

A jobb áttekinthetőség kedvéért a $\Sigma \bar{\varphi} = 10$ MF-es alakítási kísérletek során az eltérő alakváltozási sebességgel felvett „folyási görbéket” a 8/a és 8/b ábrákon külön-külön mutatjuk be. A nagyobb, 10 sec^{-1} alakváltozási sebesség mellett felvett görbesorozatnál itt is megfigyelhető a görbék jellegének megváltozása a 6–7. alakítási lépcsőben.

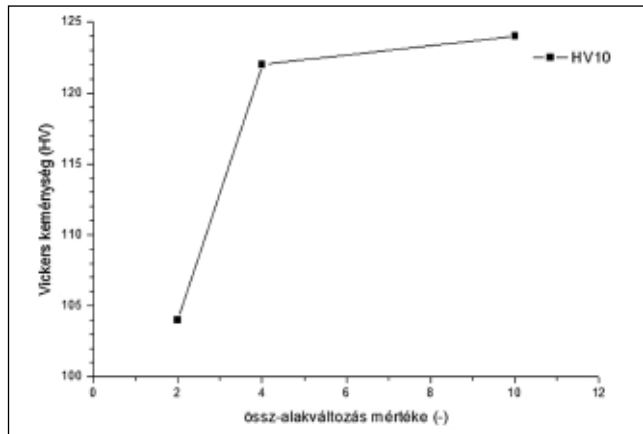
Az előírt, programozott $\Sigma \bar{\varphi} = 10$ összalakváltozás helyett az 1 sec^{-1}

sebességű alakításkor 8,6, míg a 10 sec^{-1} sebességű esetén 12,0 alakváltozást hoztunk létre, vagyis ebben az esetben a nagyobb alakváltozási sebességű alakításnál alakult ki nagyobb összalakváltozás. Ez utóbbi érték feltehetően valamilyen egyedi hibára vezethető vissza.

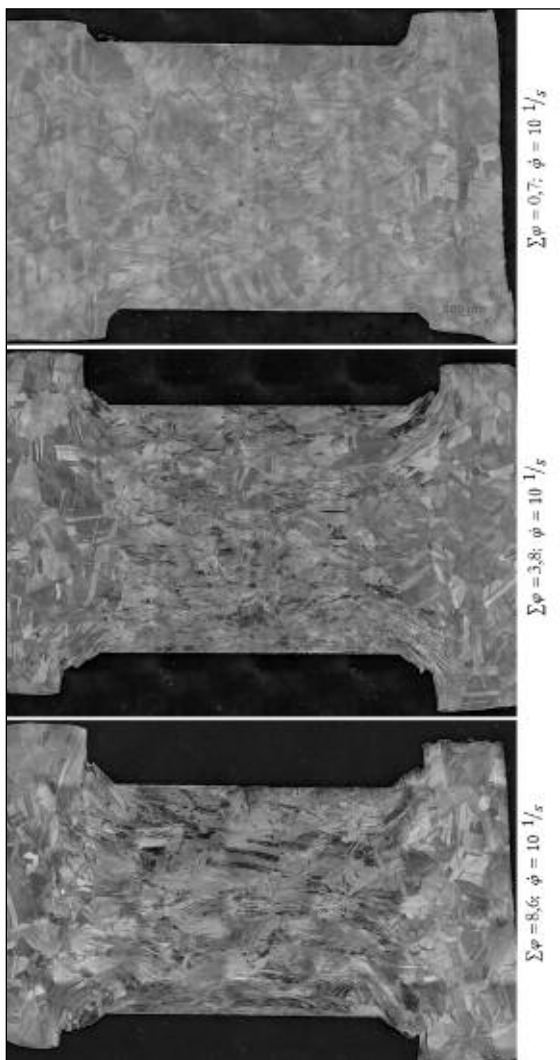
Az MF-kísérletek során felvett „folyási görbe” sorozatok elemzése alapján az ötvöztelen réz $\bar{\varphi} \geq 1$ alakváltozások esetén való viselkedésére is kaptunk információt. A több irányból végzett alakítássorozat hatására kialakuló alakváltozási és feszültségállapot leírása kontinuummechanikai leírasmódot és további kísérleteket



■ 10. ábra. A $\Sigma\bar{\varphi} = 1, 4$ és 10 összalakváltozást elszenvedett réz próbatestek fényképe



■ 11. ábra. Az MF-kísérletek próbatesteinek HV keménysége az összalakváltozás függvényében



■ 12. ábra. A $\bar{\varphi} = 10 \text{ sec}^{-1}$ alakváltozási sebességgel $\Sigma\bar{\varphi} = 1, 4$ és 10 összalakváltozásig alakított rézminták szövetképe. A csiszolat síkja az utolsó alakítási művelet során kialakult sík felületre merőleges. Maratás: ammónium-perszulfát tömény vizes oldata

Ebben a dolgozatban ilyen mélységű elemzést nem ismertetünk, de a 9. ábrán az alakítási lépések számának függvényében megadtuk a mért feszültség maximumának változását. Megállapíthatjuk, hogy a $\bar{\varphi} \approx 1,5-2,0$ alakváltozásig a maximális feszültség értéke erőteljesen, 350 MPa-ról akár 550 MPa-ra növekszik, majd az összalakváltozás értékének növekedésével fokozatosan csökken 400-450 MPa-ra. Ezek az eredmények azt valószínűsítik, hogy azoknál az MF alakítási kísérleteknél, amelyekre a $\bar{\varphi} \approx 2$ alakváltozás a jellemző, számolni kell a megmunkált próbatest melegedésével.

A maximális feszültségek ilyen mértékű csökkenésekor azt is figyelembe kell venni, hogy a réz már $\bar{\varphi} \approx 2$ alakítás hatására is ún. telített állapotba kerül [4], amelyben számottevő alakítási keményedésre már nem számíthatunk. Ezt a megállapítást megerősítik a $\bar{\varphi} \approx 1, 4$ és 10 mértékben alakított rézmintákon végzett mikrokeménység-mérések és szövetszövetvizsgálatok eredményei is.

7. Az MF-alakításon átesett rézminták keménysége és szövet-szerkezete

Az 1, 4 és 10 mértékben alakított próbatestekről készített fényképet a 10. ábra szemlélteti. A felvétel alapján jól látható, hogy a még 10 egyenértékű alakváltozást elszenvedett mintákon sem alakult ki repedés.

Az alakítás jellegéből következik, hogy az utolsó lépésben végzett alakításkor az alakított próbatest megmunkált felülete síknak bizonyul, míg az arra merőleges felület – a minta hosszirányú alakváltozásának akadályozottsága miatt – kidomborodik. Részben az előbb említett körülmény miatt, részben pedig azért, hogy az utolsó alakítási művelet hatását is figyelembe vegyük, a minta sík felületein mértük meg a HV10 keménységet. Az egyes mintákon mért keménységértékek átlagait a 11. ábra diagramja mutatja.

A 12. ábra mikroszkópos felvételei a három darab, különböző mértékű összalakváltozással, de egyaránt 10 sec^{-1} alakváltozási sebességgel alakított rézmintáról készültek.

8. Összefoglalás

A 10 sec^{-1} alakváltozási sebességgel, $\bar{\varphi} \approx 1, 4$ és 10 mértékben alakított minták szövetéről maratott állapotban készített fénymikroszkópos felvételek egyértelműen tükrözik az alakváltozási mérték növekedésének hatását. Mivel már a $\bar{\varphi} \approx 1$ összalakváltozás esetén is két, egymásra merőleges irányban alakítottuk a mintát, a szövetben az egyes kristallitokon

igényel, melyeket a már említett adaptív programozási eljárással, egy jövőbeni kísérletsorozat keretében szeretnénk elvégezni.

belül egymást többszörösen metsző csúszási vonalakkól álló rajzolat figyelhető meg. Ez nyilván annak a következménye, hogy az első alakítási lépésben aktiválódott csúszósíkokhoz képest a második lépésben már a 90°-os elforgatás miatt kedvező helyzetbe került csúszósíkok is működésbe lépnek. Természetesen az sem kizárt, hogy már egy adott alakítási lépés közben is több, egymással szöveget bezáró csúszási sík aktivizálódik, hiszen az alakítási lépésenkénti alakváltozás önmagában is elég nagy, nevezetesen 0,5 értékű.

A nagy összalakváltozás hatására feltételezhető, hogy az ötvözetlen réz csúszási rendszerének minden eleme előbb vagy utóbb aktivizálódik, és így kialakul az intenzív képlékeny alakításon átesett fémekre jellemző ún. building block-okból álló szövet szerkezet. A többtengelyű kovácsolás nagy alakváltozások után kialakuló szövet szerkezet jellegét tekintve nagyon hasonló a könyöksajtolás munkadarabokban többszöri átsajtolás és az egyes sajtolások között újabb

elforgatás után kialakuló szövet szerkezethez. Könyöksajtoláskor ugyanis a nyírási fősíokban lejátszódó alakváltozás hatására először ún. elnyújtott réteges struktúra (ELS – Elongated Lamellar Structure) alakul ki, amely – az alakváltozás későbbi szakaszában, vagy egy más, elforgatott pozícióban végzett újabb átsajtolás hatására – feldarabolódik, szegmentálódik. A building block-okat így nagy diszlokáció sűrűségű falak határolják, amelyekben bonyolult diszlokáció reakciók játszódnak le, amelyek végül az egyes blokkok egymáshoz viszonyított elfordulásához, és végül nagyszögű szemcsehatárokkal elválasztott, akár nanoméretű kristallitokból álló szerkezet kialakulásához vezetnek.

Köszönetnyilvánítás

Ez a dolgozat a Dunaújvárosi Főiskolán folyt TÁMOP 4.2.2. Európai Unió által támogatott projekt keretében végzett munka eredményei alapján született. Ezúton is köszönjük a támogatást!

Irodalom

- [1] V. M. Segal: Materials processing by simple shear. Materials Science and Engineering A197 (1995) pp. 157–164.
- [2] Gonda Viktor, Bodnár Viktória, Molnár László, Verő Balázs, Valenta László: A könyöksajtolás elmélete és gyakorlata. Bányászati és Kohászati Lapok, 145. évfolyam, 2012/1. szám, p. 20–36.
- [3] Ultrafinom és nanoszerkezetű tömbi anyagok szemcse szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat, továbbá a domináns hatásmechanizmusok kutatása. Kutatási jelentés az ISD Dunafer Zrt. részére, (2011), p. 38–45.
- [4] Q. Xue, I. J. Beyerlein, D. J. Alexander, G. T. Gray: III. Mechanisms for Initial Grain Refinement in OFHC copper during equal channel angular pressing. Acta Materialia, Volume 55, Issue 2, January 2007, p. 655–668.

A Fémkohászati Szakosztály ünnepi vezetőségi ülése

A Fémkohászati Szakosztály 2013. március 22-én tartotta ünnepi vezetőségi ülését a március 15-ére való emlékezés jegyében. A rendezvény levezető elnöke *Csurgó Lajos* szakosztályi elnök volt.

Először *Sándor István* titkár tartott rövid beszámolót a közelmúlt szakosztályi és egyesületi eseményeiről. Kitért a helyi szervezetek munkájára is. Az egybegyűltek figyelmébe ajánlotta, hogy a szakosztály vezetősége felkarolta a „néhai” Csepeli Fémmű telephelyén elhelyezni tervezett két emléktábla ügyét. Az egyik az első magyarországi alumíniumkohó csarnokának falán, a Magyarországon működött négy alumíniumkohónak (csepeli, ajkai, inotai, tatabányai) állítana emléket. A másik a Weiss Manfréd alapította legnagyobb hazai színesfém-kohászati vállalatra, a Csepeli Fémműre, és a fennállásának több mint 110 éve alatt ott dolgozott szakemberekre emlékezne.

A március 15-i ünnep kapcsán *Dánfy László*, a kecskeméti helyi szervezet elnöke tartott élvezetes előadást Kossuth Lajos életútjáról és a forradalomban betöltött szerepéről.

Soltész Istvánra, az Egyesület exelnökére emlékezve *Balázs Tamás* alelnök idézte fel pályájának néhány mozzanatát (*I. kép*). Ezt követően levetítettünk egy 1989-ben készült,

„Kohászat” című filmet, amiben *Soltész István*, mint akkori OMBKE-elnök, a kohászat iránti elhivatottságról és az Egyesület szerepéről beszélt. A jelenlévők megállapították, hogy az elhangzottak azóta sem veszítettek aktualitásukból.

A rendezvény jó hangulatú büfévacsorával zárult.

 BT



■ Soltész Istvánra emlékezik Balázs Tamás

WLADICZANSKI IVETT – FODOR OLIVÉR – DOBRÁNSZKY JÁNOS

A delta-ferrit meghatározása rozsdamentes acélokban

A rozsdamentes acélok körében az ausztenites és a duplex acélok fontos jellemzője a delta-ferrit-tartalom. A hegesztett szerkezetek gyártásában előírásokat adnak erre vonatkozóan, amelyek teljesülését szigorúan ellenőrizni kell. A cikkben a szerzők ismertetik azokat a módszereket, amelyek lehetővé teszik a delta-ferrit mennyiségének meghatározását: a műszeres méréseket, a metallográfiai eljárásokat és a szövetdiagramok számítási lehetőségeit. Az alapanyagokon és a hegesztési varratokon végzett összehasonlító vizsgálatok alapján értékeli a különféle módszerek pontosságát.



■ 1. ábra. A VASKUT-ban kifejlesztett Ferrikom műszer

1. Bevezetés

Húsz éve szinte ismeretlenek voltak Magyarországon a duplex rozsdamentes acélok, még az egyetemi oktatásban is. Ehhez képest mára kialakult egy olyan gyártói kör, amely már közel évtizedes tapasztalatot szerzett a duplex acélok feldolgozásában. A duplex acélok hegesztése során a delta-ferrit és az ausztenit megfelelő mennyiségének biztosítása, és így mérése különösen lényeges.

A delta-ferrit (δ -ferrit) a legalább 10,5% krómot tartalmazó rozsdamentes acélok közül az ausztenites és a duplex acélminőségek fontos fázisa. A hegeszthetőségük és a korrozíóállóságuk lényeges eleme a delta-ferrit-tartalom. Az ausztenites acélok különféle változataiban ez a

nullától akár 20%-ig is terjedhet, a duplex acélokban pedig 30 és 70% között kell lennie. A gyártás közben és után végezhető ferrittartalom-meghatározáshoz különféle módszerek állnak rendelkezésre:

- a vegyi összetétel alapján becsléssel, számítással, szövetelembrákkal (szövetdiagramokkal),
- metallográfiai módszerekkel,
- mágneses mérésekkel,
- röntgendiffraktométeres vizsgálattal,
- a Mössbauer-effektuson alapuló mérésekkel,
- visszaszórtelektron-diffrakciós (EBSD) vizsgálattal.

Dolgozatunkban áttekintjük a különféle szövetdiagramokat, bemutatjuk a delta-ferrit-tartalom meghatározásának mágneses mérési le-

hetőségeit és a mikroszkópos vizsgálatokkal szerzett tapasztalatainkat.

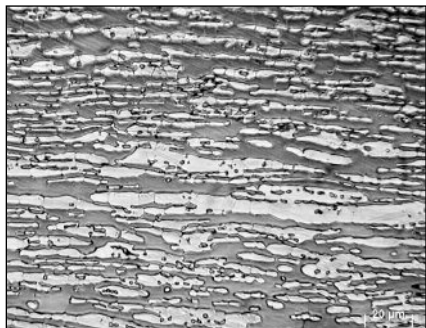
2. Mágneses mérőműszeres mérések

A műszeres mérések az ausztenit paramágneses és a delta-ferrit ferromágneses tulajdonságán alapulnak. A telítési mágnesszettség elvén alapuló vizsgálati módszerek lényege, hogy a mágneses hiszterézisgörbe telítési pontjáig mágnesezve az anyagot, mérhető a mágneses mezővel való kölcsönhatásra adott válasz. A telítési polarizáció arányos a ferromágneses fázis mennyiségével; ebbe a fogalomba azonban beletartozik a delta-ferrit mellett az ausztenites acél hidegalakításakor képződő alakítási martenzit is. Az ilyen elvű mérés nagy előnye, hogy kiterjed az egész vizsgált térfogatra, hátránya, hogy csak laboratóriumi körülmények között használható, valamint az, hogy mintavétellel járó roncsolásos vizsgálat. A méréshez a delta-ferrit telítési polarizáció értékének ismerete szükséges, mely függ a fázis összetételétől.

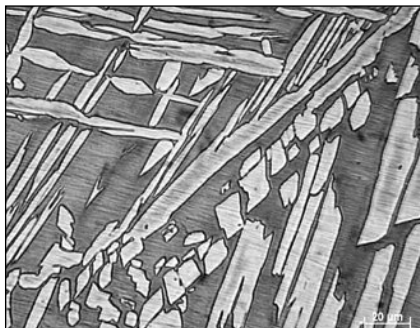
Wladiczanski Ivett egyetemi hallgató, a BME Gépészmérnöki Karának gépészmérnöki mesterszakán tanul. Az Anyagtudomány és Technológia Tanszéken 2012-ben készített szakdolgozatával első díjat nyert a GTE Hegesztési Szakosztály pályázatán.

Fodor Olivér gépészmérnök, anyagvizsgáló szakmérnök, az Állami Energiafelügyelet (ÁEF) Anyagvizsgáló Laboratórium Kft. ügyvezető igazgatója, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék meghívott oktatója.

Dobránszky János gépészmérnök, hegesztő szakmérnök, az MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport tudományos főmunkatársa.



■ 2. ábra. LDX2404 típusú duplex acél szövetszerkezete elektrolitikus maratás után



■ 3. ábra. 2304 típusú duplex acél hegesztési varratának szövetszerkezete elektrolitos maratás után



■ 4. ábra. LDX2101 (szabványos jele: 1.4162) duplex acél szövetszerkezete színtuttató maratás után

2.1. A ferritszkópok

A mágneses vizsgálatok legfontosabb csoportját a hordozható ferrittartalom-mérő eszközök alkotják. A megbízható mérést számos tényező nehezíti, ezért is fordulhat elő az, hogy a különböző koncepciójú mérőeszközök nem feltétlenül adnak azonos eredményt.

A mágneses permeabilitás mérése alapján határozható meg a delta-ferrit-tartalom a duplex és az ausztenites acélokban a *Fischer Feritscope FMP30* műszerrel. Ez az örvényáramos mérőműszer a kezdeti mágneses permeabilitást méri, kis mágneses teret indukálva az anyagban. A permeabilitás közel arányos a telítési polarizációval, s ezen keresztül a ferrittartalommal. A *Feritscope* megfelel az MSZ EN ISO 17655:2003 szabvány előírásainak. Gyorsan, egyszerűen mérhető a *Feritscope*-pal a ferrittartalom egy kb. 4 mm átmérőjű körben. Ferrittartalmat (F% = 0,1 és 80% között) és ferritszámot (FN = 0,1-től 110-ig) egyaránt mérhetünk vele. Adattárolásra is alkalmas, és számítógéphez köthető.

Hasonló elven működő műszer a *Diverse Technologies* által kifejlesztett *Ferrite Meter MagMet MF300F+* is. Ritkaföldfémmágnes indukálja a mágneses mezőt, a műszer méri a térerősséget, és ennek értékéből számítja a ferrittartalmat. A mérés egy körülbelül 10 mm-es átmérőjű területre terjed ki 1 mm-es mélységig. A mérési tartomány 0,1–115 FN, illetve 0,1–83 F%. Léghűtéses vizsgálófejjel kb. 300 °C-os darabok vizsgálata is megvalósítható.

Az egykor világhírű magyar műszaki fejlesztés egyik nagyszerű produktuma a *Szombatfalvy Árpád* és munkatársai által az 1960-as években, a Vasipari Kutatóintézetben ki-

fejlesztett *Ferrikomp* műszer (1. ábra), amelynek még ma is vannak működő példányai. A *Ferrikomp* a ferromágneses fázisok mennyiségét méri [1–5]. A műszer pontossága ± 10 relatív%.

2.2. A letépoerőt mérő műszerek

A mágneses ferrittartalom-mérési eljárások elsőként kifejlesztett eszközei, a *Magne-gage*-ek, a mágneses vonzóerő alapján határozzák meg a ferrittartalmat. Közvetlen összefüggés található a ferrittartalom és ama erő között, amely ahhoz szükséges, hogy leválasszunk egy mágnest a mintáról. A berendezést eredetileg azért fejlesztették ki, hogy mérni lehessen a mágneses bevonatok vastagságát nemmágneses anyagokon, de később a ferrittartalom kimutatására terjedt el. Hátránya, hogy laboratóriumi eszköz, nagyon érzékeny a vibrációra. A gyakorlati alkalmazás körülményeit az MSZ EN ISO 8249:2000 szabvány foglalja össze.

3. A delta-ferrit-tartalom meghatározása metallográfiai úton

Az ÁEF Anyagvizsgáló Laboratórium gyakorlatában, a korábbi időkben elegendő volt műszeres méréssel igazolni a hegesztett kötésekben található delta-ferrit mennyiségét. Azonban mostanra szinte minden vizsgálat esetén elvárás a metallográfiai módszer alkalmazása. A maratási technikának igazodnia kell a darab szövetszerkezetéhez. Ez a delta-ferrit-tartalom vizsgálatakor különösen igaz, ha ugyanis hagyományos kémiai maratásnak vetjük alá, a fázisok nem különülnek el egymástól egyértelműen. A duplex mintáknál is felmerül egy olyan probléma, hogy a maratás

során a különböző fázisok ugyan jól látszanak, de a színük egyezik, és ez meggátolja a kvantitatív metallográfia hatékony alkalmazását.

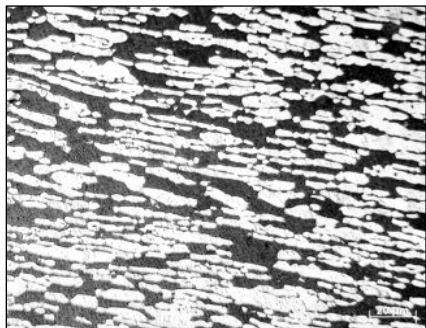
Olyan eljárásra van szükség, amellyel a ferrit és az ausztenit megkülönböztethető. Erre kétféle maratás ismert: az elektrolitikus és a színes maratás.

3.1. Az elektrolitikus maratás

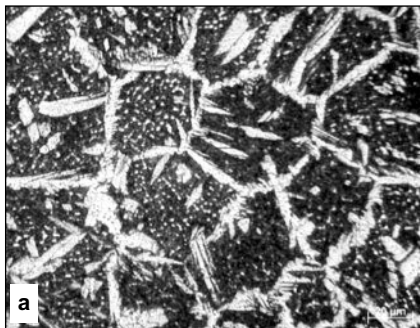
Elektrolitikus maratással láthatóvá tehető a minták szövetszerkezete úgy, hogy a ferrites és az ausztenites fázis jól elkülöníthető lesz. Az elektrolitikus maratás során a mintát egyenfeszültségű áramforrás pozitív sarkához csatlakoztatjuk, így megy végbe az oldódás. A reagensek a szövetszerkezet eltérő elemeit másként maradják: a ferrit sötét, míg az ausztenit világos színű lesz, ezzel jól elkülöníthetők egymástól.

A polírozást 6 μm -es, majd 3 μm -es gyémántsuszpenzióval végeztük. Az áramkör pozitív pólusát a mintához csatlakoztattuk, a negatív pólust pedig a marószert – NaOH 40%-os vizes oldata – tartalmazó fémedényhez. A feszültség értékét 40 V, a maratási időt 5–7 s, az áramsűrűséget pedig 0,02–0,03 A/mm² értékre választottuk, és a maratást 1–3 alkalommal megismételtük. A 2. ábra mutatja, hogy a ferrit és az ausztenit jól elkülöníthető: az előbbi sötét, míg az utóbbi világos színű lett.

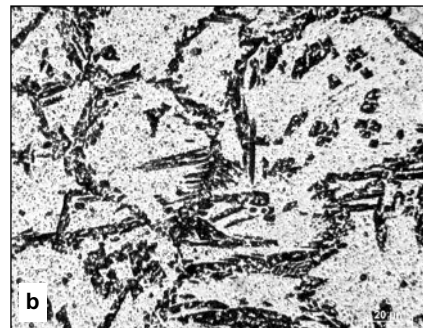
A hegesztett kötések varrata és hőhatásövezete sokkal nehezebben maródik, mint az alapanyag. A szemcsehatárok ugyan jól láthatók, de ez alapján még nem különböztethető meg a delta-ferrit az ausztenittől. Ezért a hegesztett kötések elöször megmaratunk, kisebb áramsűrűség és/vagy maratási idő mellett, azután a



■ 5. ábra. 2205 (szabványos jele: 1.4462) típusú duplex acél alapanyag szövetszerkezete Beraha 10/3 marószerral kezelve



■ 6. ábra. 2205 (1.4462) duplex acél varratfémének szövetszerkezete színes maratás után; a) marószér: vas-kloridos Beraha; b) marószér: vas-kloridos, ammónium-bifluoridos reagens



már említett maratási értékeket alkalmaztuk. Ekkor az alapanyag túlmárodott, de a varrat és a hőhatásövezet megfelelő lett. A 3. ábrán 2304 típusú (szabványos jele: 1.4362) minta varratfémének mikroszerkezete látható a maratás után; a ferrit sötét színű, és jól megkülönböztethető a világos, túszerű ausztenittől.

3.2. Színfuttatásos maratás

A színes maratás egy sajátos módja a színfuttatásos maratás. Ennek lényege, hogy az enyhén előmaratott csiszolatot a megfelelő futtatási szín eléréséig levegőn hevítjük. Ennek hatására a fázisok felületén különböző vastagságú, tehát különböző színű oxidréteg képződik. Az LDX2101 anyagú polírozott mintákat először 10%-os oxálsavban elektrolitikusan megmartuk, így láthatóvá váltak a szemcsehatárok. 650 °C-ig nem volt elszíneződés. Ekkor az ausztenit elkezdett barnulni, 725 °C-ig már egyes szemcsék zöldek lettek, 750 °C-on pedig az auszteniszemcsék vörösek és zöldek, míg a ferrit sárgás színű lett (a 4. ábrán a színek helyett csak az árnyalatok érzékelhetők).

3.3. Színes maratás

Színes maratásnál a reagensek a minta felületén egy kb. 40–500 nm vastag filmréteget képeznek. A fényinterferenciája miatt jól elkülönülnek a szövetszerkezet alkotói [6]. A színes maratáshoz használt reagensek közül a Klemm-I önmagában nem feltétlenül elegendő a duplex acélokhoz. A Beraha 10/3 reagens nem csak a ferritet színezi, ezért nem lehet vele biztosan fázisarányt meghatározni. A kettő keveréke hatásos, de pikrinsavas előmaratás szükséges hozzá, és a várakozási idők is

nagyok: 4 perc a leszáritás után, és 4–5 perc maratási idő (5. ábra). Hatásosan alkalmazható a Murakami-reagens, de a 10 perces főzés és a beágyazóanyag esetleges oldódása nagyon körülményessé teszi ezt a módszert. Balázs János igazolta, hogy a káliilug 30%-osra való töményítésével a Murakami-reagens a varratfémeket is megszínezi, és az összeolvadási határ két oldalán az azonos fázisok színe is erősen eltérő lesz [7].

Mivel a 2205 duplex acél hegesztési varrata csak több mint egy óra eltelté után maródott a vas-kloridos Berahában (6a ábra), ezért kipróbáltuk az ammónium-hidrogén-difluoridos reagens – 100 ml desztillált víz; 0,5 g kálium-metabiszulfid ($K_2S_2O_5$); 20 g ammónium-bifluorid (NH_4FHF) – hatását. A marószér hatása csak 30 perc után érvényesült: az ausztenit színezte sötétre (6b ábra).

3.4. Kvantitatív metallográfiai módszerek

A metallográfiai csiszolatról készült képeken kvantitatív metallográfiai módszerekkel határozható meg a ferrit és az ausztenit mennyisége. A képelemző szoftverek közül az Image-Pro Plus és az igen egyszerű kezelhetőségű – és ingyenesen elérhető – JMicroVision áll rendelkezésre. 16 db alapanyag és 22 db hegesztési varrat csiszolatáról készült szövetképet értékelünk az említett két képelemzővel.

A mérési eredményt jelentősen befolyásolja a felület és a maratás minősége. Az automatikus küszöbérték-beállítások alapos mérlegelést és kézi korrekciót igényelnek, és a kétféle képelemző szoftver eltérő eredményre vezethet. A 6. ábrán összesí-

tett eredményekből látható, hogy egyes mintáknál jelentősek az eltérések a mért ferrittartalmak közt (10–15%), míg másoknál a kapott eredmények szinte megegyeznek (7. ábra). A nagyobb különbségek jellemzően az elektrolitikus maratás után fordulnak elő. Színes maratás esetén 5% körüli az eltérés a kétféle képelemzővel kapott ferrittartalmak között.

4. A delta-ferrit-tartalom becslése szövetelemábrákon

A rozsdamentes acélok hegeszthetőségének kulcsfontosságú eleme a melegrepedési, a korrózióállósági és az elridegedési problémák elkerülése. Ennek érdekében az ausztenites acélok hegesztési varratában szükség van a delta-ferritre, mivel az képes oldani a hajlamosító szennyezőket (S, P, Sb, Pb, Sn, As, Bi stb.) [8]. A duplex acélokban a gyors hűlés miatt túlzottan lecsökkenhet az ausztenit részaránya, s ez elridegedéshez és korróziós problémákhoz vezet. E kockázatokat már a hegesztési technológia tervezésekor segíthetnek elkerülni a varratfém szövetszerkezetének ellenőrzésére szolgáló szövetelemábrák. Az ötvények helyes összetételének meghatározásában és hőkezelésében is fontos szerep jut nekik.

Léon Guillet nevéhez fűződik az erősen ötvözött Cr-Ni acélok mint rozsdamentes acélok kifejlesztése. A Guillet-diagram (1906) a szövetelemábrák „öszanyja”, amely a C- és a Ni-tartalom függvényében határoolta el az ausztenites, martenzites és perlitestartományokat. A Cr-Ni acélok első, nem a C-tartalomra alapuló szövetelemábrája a Strauss–Maurer-



■ 7. ábra. Duplex és ausztenites acél alapanyagok azonos szövetszerkezeti képein kétféle képelemzővel meghatározott ferrittartalmak

diagram (1920); vízszintes tengelyén a Cr-, a függőleges tengelyén a Ni-tartalom szerepel. *Newell* alkotta meg a nikkelegyenérték (NiE) első képletét (1938), a krómegyenérték (CrE) formuláját pedig *Campbell* írta fel elsőként 1946-ban, 25Cr-20Ni ötvöztetésű acélokra végzett kísérletek eredményeként, és meghatározta az ausztenit–ferrit-határvonal egyenletét.

Anton L. Schaeffler nevéhez fűződik az addigi kutatási eredmények szintézise és a hegesztett állapotra vonatkozó szövetszerkezet diagram megalkotása. Ennek tengelyein az ausztenitképző és a ferritképző ötvözők egyenértéke szerepelt. Az 1947-ben kidolgozott első Schaeffler-diagram két átdolgozás után, 1949-ben nyerte el a végleges alakját és számítási képleteit [9]. Ezekre alapozva *Séfarian* dolgozta ki a delta-ferrit-tartalom első számítási képletét [10]:

$$\text{delta ferrit (\%)} = 3\text{CrE} - 0,93\text{NiE} - 6,7$$

Az ausztenitstabilitás határvonalának (100% ausztenit) meghatározására több javaslat is született, köztük a nitrogén szerepét elsőként figyelembe vevő *Binder–Braun–Franks*-egyenlet, de csak 1956-ban publikálta *DeLong* az első olyan diagramot, amely a Ni-egyenérték számításában már a nitrogén erős ausztenitképző hatását is figyelembe vette. 1973-ban dolgozták át a *DeLong*-diagramot: az izoferritvonalakon megjelenítették az időközben szabványosított és mágneses mérésekkel meghatározható ferritszámot (FN) is [11].

A ferrittartalom szabványos meghatározásának igénye 1972-re teljesült. Ettől kezdve használatos a fer-

ritszám (FN), valamint az erre a célra, az American Welding Society által az AWS A4.2 szabványban – és az ezt adaptáló ISO 8249 szabványban – meghatározott mágneses vizsgálati módszer: a leté-pőerő mérése. Az új mérési módszer alapján további szövetelemábrákat

dolgoztak ki, pl. újabb ötvözők hatásának a figyelembevételére a *Hull*-diagramot (1973). A csak a hegesztett állapotra érvényes *Schaeffler*-diagram manapság is használatos változata alakjában szinte semmit nem módosult, azonban a krómegyenérték és a nikkelegyenérték számítása sokat változott. A kb. két-tucatnyi módosítás közül említést érdemel a *Kakovszkij*-diagram (1980) és a nitrogénötvöztetésű acélokra a skandináviai alapanyaggyártók által sokáig használt *Espy*-diagram (1982) [12]. A CrE és a NiE kiszámítására ma leginkább használt *Harries*-képletek (1982) [13] az Al, Co, Ti, V és W hatásával is számolnak.

Siewert, McCowan és *Olson* munkája nyomán 1988-ban jelent meg a 923 rozsdamentes acél adatai alapján, számítógépes optimalizálással kidolgozott új szövetelemábra, amelyet *WRC-1988* diagramként neveztek el a közzevető *Welding Research Council*-ről. Ez azért volt jelentős lépés, mert az addig használt *DeLong*-diagram csak az ausztenites acélminőségekre volt alkalmazható, miközben elkezdődött a duplex acélok fokozatos terjedése. Ezek ferritszáma jóval meghaladta a *DeLong*-diagramon látható maximumot, a 20-at. Az is fontos újdonsága volt a *WRC-1988* diagramnak, hogy a mikroszerkezetet alkotó fázisok helyett a megszilárdulási mód – A, AF, FA és F (A = ausztenit, F = ferrit) – szerint osztotta tartományokra a diagramot, így ez a melegrepedés elkerüléséhez szükséges FA vagy F dermedés ellenőrzésére közvetlenül alkalmassá tette.

1992-ben módosították a *WRC*-diagramot: a Ni-egyenértékbe beke-reült a réz, és a tengelyeket kiterjesztették a nulla CrE- és NiE-értékekig a vegyes kötések ellenőrzése érdekében [14]. 1994-ben, máig tartó hatállyal, a *WRC-1992* diagram felváltotta a *DeLong*-diagramot az *ASME III code* tervezési szabványrendszerben. 1999-ben *Kotecki* kiterjesztette a *WRC-1992* diagram alkalmazását a plattírozott lemezek hegesztett kötéseire azzal, hogy meghatározta az 1%, a 4% és a 10% Mn-tartalmú varratfémekre jellemző martenzites tartományokat.

A hegesztésmetallurgiai kutatásokban nagy jelentőségűek a ferrittartalom előrejelzésére képes szoftverek. A *Kannan*-regresszió a duplex acélok porbeles hegesztőhuzallal végzett felrakóhegesztésénél jelzi előre a ferrittartalmat a hegesztéstechnológiai tényezők – áramerősség, hegesztési sebesség, ívhosszúság, pisztolydöntési szög – függvényében [15]. Az *Aström*-regresszió az összetételből ad becslést [16]:

$$\text{FN} = -48,53 - 13,85 \text{C} + 12,73 \text{Si} + 1,16 \text{Mn} + 3,89 \text{Cr} - 3,14 \text{Ni} + 4,60 \text{Mo} + 10,10 \text{Cu} - 20,36 \text{N}$$

Jelenleg a *Vitek*-féle neurális hálón alapuló becsléseket tartják a legpontosabbnak: a csak a kémiai összetétel hatását figyelembe vevő *FNN-1999* neurális háló a legpontosabb a hagyományos ívhegesztési folyamatokra. A lehülési sebességet is figyelembe vevő *ORFN* neurális háló azonban alkalmasabb a lézersugaras és a nagyon gyors hűléssebességű eljárásokban.

Az ausztenites korrózióálló acélok ferritszáma (FN) a *Hammar–Svensson*-féle Cr- és Ni-ekvivalensek alapján a *Bermejo*-képlettel ek-képpen határozható meg [17]:

$$\begin{aligned} \text{CrE} &= \text{Cr} + 1,37\text{Mo} \\ \text{NiE} &= \text{Ni} + 0,31\text{Mn} + 22\text{C} + 14,2\text{N} \\ \text{FN} &= 54,22 - 126,26 (\text{CrE} + \text{NiE}) + \\ &+ [-48,11 + 37,14(\text{CrE} + \text{NiE})] \cdot \left(\frac{\text{CrE}}{\text{NiE}} \right) + \\ &+ [-0,23 + 61,95(\text{CrE} + \text{NiE})] \cdot \left(\frac{\text{CrE}}{\text{NiE}} \right)^2 \end{aligned}$$

A hegesztés gyors lehülési folyamataihoz képest jelentősen eltér a rozsdamentes acélok szövetszerkezete a lassú lehülések esetén. E felismerésen alapult a melegen henge-

rejt állapotra kidolgozott Pryce–Andrews-diagram (1960). Az ötvények esetében sem használhatók a hegesztett állapotra érvényes szövet-szerkezeti diagramok. Az ötvényekre a Schneider-diagram (1960), a Schoefer-diagram (1973), a Potak–Sagalevich-diagram (1972) és az ennek kiterjesztéseként kidolgozott Barmin–Koroljov-diagram (1980) [18, 19] alkalmazható; az utóbbi az intermetallikus fázisok képződésével is számol.

Irodalom

- [1] Szombatfalvy Á.: A maradék ausztenit meghatározása mágneses eljárással. Kohászati Lapok, 92 (1959:10) 445–447.
- [2] Szombatfalvy Á.: Anyagvizsgálat mágneses szondával. Kohászati Lapok, 98 (1965:7) 312–314.
- [3] Szombatfalvy Á. – Tardy P.: Ausztenites acélok mágneses fázisainak vizsgálata. Kohászati Lapok, 100 (1967:3) 126–129.
- [4] Szombatfalvy Á.: Ausztenites acélokban lévő delta-ferrit mérésének nehézségei. Bányászati és Kohászati Lapok; Kohászat, 109 (1976:10) 447–451.
- [5] Szombatfalvy Á.: A deltaferrit mérésének nehézségei ausztenites acélokban. Gép, 30 (1978:2) 56–58.
- [6] Kardos I.: Színes metallográfia alkalmazása a gyakorlatban. BKL Kohászat, 139 (2006:6) 5–11.
- [7] Balázs J.: LDX2101 duplex acél volfrámelektrodás, védőgázos hegesztése. Diplomamunka, BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, 2009.
- [8] Bődök K.: Az ötvözetlen, gyengén és erősen ötvözött acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére. Corweld, Budapest, 1997.
- [9] Schaeffler, A. L.: Constitution diagram for stainless steel weld metal. Metal Progress, 56 (1949:11) 680–680B.
- [10] Séférián, D.: Metallurgie de la Soudure, Dunod, Paris, 1959.
- [11] Long, C. J. – DeLong, W. T.: The ferrite content of austenitic steel weld metal. Welding Journal, 52 (1973:7) 281s–297s.
- [12] Espy, R. H.: Weldability of nitrogen-strengthened stainless steels. Welding Journal, 61 (1982:5) 149s–156s.
- [13] Harries, D. R.: Physical Metallurgy of Fe-Cr-Ni Austenitic Steels. In: International Conference on the Mechanical Behavior and Nuclear Applications of Stainless Steel at Elevated Temperatures. Varese, May 1981, Metals Society, London. NNA.891026.0017, 1–14.
- [14] Kotecki, D. J. – Siewert, T. A.: WRC-1992 constitution diagram for stainless steel weld metals: A modification of the WRC-1988 diagram. Welding Journal (Research Supplement), 71 (1992:5) 171s–178s.
- [15] Kannan, T. – Murugan, N.: Prediction of Ferrite Number of duplex stainless steel clad metals using RSM. Welding Journal, 85 (2006:5) 91s–100s.
- [16] Aström, H.: Prediction of FN from chemical analysis. ELGA technical memo. (1998)
- [17] Bermejo, M. A. V.: Predictive and Measurement Methods for Delta Ferrite Determination in Stainless Steels. Welding Journal, 91 (2012:4) 113–121.
- [18] Barmin, L. N. – Korolev, N. V. – Grigorev, S. L. – Logakina, I. S. – Manakova, N. A.: The phase composition of iron-nickel-cobalt-molybdenum-titanium-silicon system deposited metal. Avt. Svarka, (1980:10) 22–24.
- [19] Martorano, M. A. – Tavares, C. F. – Padilha, A. F.: Predicting Delta Ferrite Content in Stainless Steel Castings. ISIJ International, 52 (2012:6) 1054–1065.

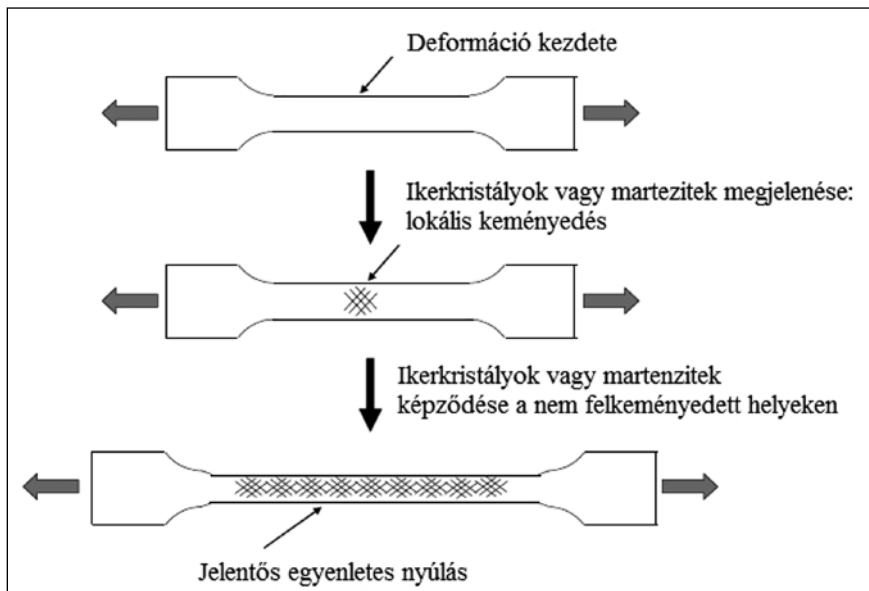
NAGY ERZSÉBET – MERTINGER VALÉRIA – BENKE MÁRTON – TRANTA FERENC Fe-Mn-Cr acélok vizsgálata

A nagy (17-20 m/m%-os) mangántartalmú ausztenites acélok különleges jelentőséggel bírnak az autóipar számára. A Fe-Mn-Cr acélok nagy szilárdság mellett nagy szívóssággal és alakíthatósággal is rendelkeznek az igénybevétel hatására fellépő fázisátalakulásnak köszönhetően. Ez az ún. TRIP- vagy TWIP-hatás. Az összetétel, az alakítás mértéke és a hőmérséklet függvényében az ausztenit fázis különböző martenzitkévé alakulhat. A létrejött fázismennyiségek aránya határozza meg döntően a termék tulajdonságait.

Az általunk választott Fe-Mn-Cr ötvözeteknél az ötvözet átalakulási karakterisztikáját vizsgáltuk egytengelyű, különböző hőmérsékleten végzett húzó igénybevétel hatására. Az adott Cr-tartalmú acélon szobahőmérséklet és 200 °C között végeztünk szakítóvizsgálatokat, majd meghatároztuk a mechanikai jellemzőket (R_m , $R_{p0,2}$).

Bevezetés

Fe-Mn ötvözetekben szobahőmérsékleten különböző fázisok vannak jelen a Mn-tartalom függvényében. Nagy hőmérsékleten ezek a fázisok egyetlen fázissá, ausztenitté (γ) alakulnak. A hűtés során 5% Mn-tartalmú ötvözetben az ausztenit (γ) ferritté alakul (α'). Nagyobb Mn-tartalomnál hűtés közben martenzites átalakulás megy végbe, amely lehet a felületen középpontos kockarácsú ausztenit térben középpontos kocka-



■ 1. ábra. A TRIP- és TWIP-effektus sematikus ábrája

rácsú α' -martenzitté alakulása (10–15% Mn) vagy hexagonális rácsú ϵ -martenzit képződése (15–27% Mn-tartalomnál). 27% Mn-tartalom felett az ötvözetek teljesen ausztenites állapotúak. Az ϵ - és α' -martenzitek jelenléte hatással van a mechanikai tulajdonságokra, mivel az alakváltozás során az ausztenit ϵ - és / vagy α' -martenzitté alakulhat át [1,2].

A mechanikai ikrek és az alakváltozás indukálta martenzitek lokálisan keményítik azt a helyet, ahol képződnek. Azok a szemcsék, amelyeknél az első deformáció során nem történik mechanikai ikerképződés vagy martenzites átalakulás, jelentősen lágyabbak. A képlékeny alakváltozás addig tart, amíg a lágyabb szemcsék el nem érik az elsődlegesen deformálódott szemcsék szilárdságát. Ez homogén feszültség-alakváltozást eredményez az anyagban. Hengeres szakító próbatétel esetében ez a kontrakció elmaradását, valamint nagyobb egyenletes nyúlást eredményez. A jelenséget ikerképződés indukálta képlékenységnek (TWinning Induced Plasticity-TWIP) vagy átala-

kulás indukálta képlékenységnek (Transformation Induced Plasticity-TRIP) nevezik (1. ábra). Fontos megemlíteni, hogy nem minden ötvözet mutat TWIP- vagy TRIP-effektust, amelyben mechanikai ikrek vagy alakváltozás indukálta martenzitek alakulnak ki. Az ikrek/martenzitek képződésének kinetikája az egyik fontos tényező, amely hatással van az effektusra. Abban az esetben, ha a kinetika lassú, nem fog elegendő ikerkristály/martenzit kialakulni, ami a kontrakció kialakulásának kedvez [2].

Vizsgálatok

Az általunk választott Fe-Mn-Cr ötvözeteknél az ötvözet átalakulási karakterisztikáját vizsgáltuk egytengelyű, különböző hőmérsékleten végzett húzó igénybevétel hatására. Az 1.

1. táblázat. A vizsgált acél összetétele

	C [t%]	Mn [t%]	Cr [t%]	S [t%]	P [t%]	S [t%]
1. acél	0,026	17,7	2,26	0,1	0,0051	0,029

Dr. Nagy Erzsébet 2000-ben anyagmérnök diplomát, majd 2007-ben PhD-oklevelet szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg az MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoportban dolgozik tudományos munkatársként. Főbb kutatási területei: alakváltozás indukálta martenzites átalakulások TRIP- és TWIP-acélokban, röntgendiffrakciós fázisazonosítás.

Dr. Mertinger Valéria életrajzát a lap 2012/3. számában közzétük.

Dr. Benke Márton 2004-ben anyagmérnök diplomát, majd 2010-ben PhD-oklevelet szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg a Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben dolgozik tudományos munkatársként. Főbb kutatási területei: alakemlékező ötvözetek, röntgendiffrakciós fázisazonosítás, maradó feszültség meghatározása röntgendiffrakciós módszerrel, TWIPacélok, textúra vizsgálatok.

Dr. Tranta Ferenc életrajzát a lap 2013/1. számában közzétük.

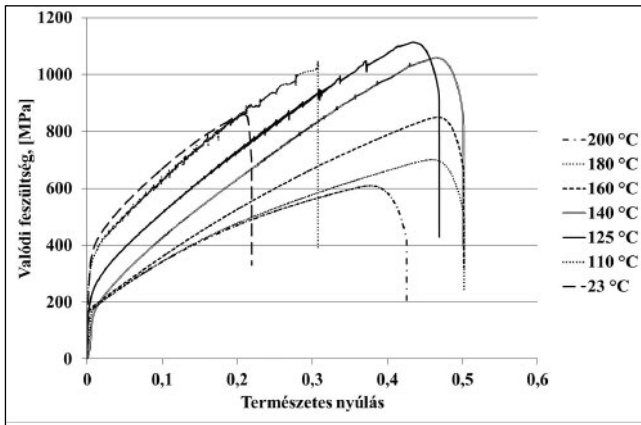


■ 2. ábra. Az 1. acél kiinduló szövetszerkezete: ausztenit és ϵ -martenzit fázis

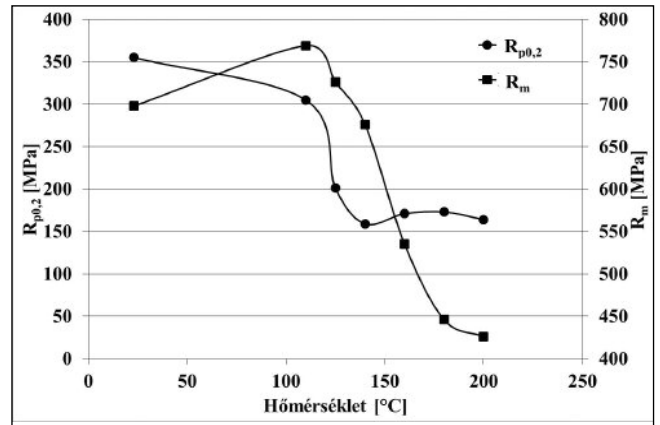
jelű acélon (1. táblázat) szobahőmérséklet és 200 °C között végeztünk szakítóvizsgálatokat, majd meghatároztuk a mechanikai jellemzőket (R_m , $R_{p0,2}$). A 2. ábrán az 1. acél kiinduló mintájának szövetszerkezete látható.

A szakítóvizsgálatok Instron 5982 típusú, 10 tonnás, padlótelepítésű univerzális anyagvizsgáló berendezéssel készültek a Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetének anyagvizsgáló laboratóriumában. A szabványos szakító próbatételeket előzetes homogenizáló hőkezelésnek vetettük alá: 1000 °C-on 30 percig hőntartottuk, majd lehűtöttük. Közvetlenül a szakítóvizsgálatok elkezdése előtt a próbatételeket 300 °C-ra melegítettük, majd klímakamrában lehűtöttük a vizsgálati hőmérsékletre. A 3. ábra mutatja az 1. acélon elvégzett szakítóvizsgálatok eredményét.

A 200 °C-on szakított minta mutatja a legkisebb szilárdság- és nyúlásértékeket. A 180, 160, 140 °C-os minták esetében azonos nyúlásértékekről beszélhetünk, azonban a hőmérséklet csökkenésével egyre nagyobb szilárdságértéket kapunk. 140 °C-tól a kisebb hőmérsékletek felé haladva



■ 3. ábra. Az 1. jelű acél valódi feszültség – természetes nyúlás diagramja



■ 4. ábra. A szakítószilárdság és az egyezményes folyáshatár változása a hőmérséklet függvényében

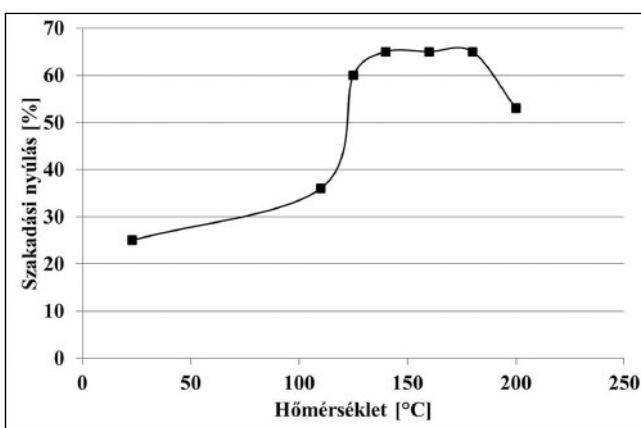
egyre kisebbek a nyúlásértékek. A szilárdsáérték 110 °C-on még növekszik a nagyobb hőmérsékletekhez képest, ezt követően azonban a hőmérséklet csökkenésével a szilárdsáértékek is csökkennek. A szakítóvizsgálatokat követően a 200 és a 180 °C-on szakított darab ausztenit és ϵ -martenzit fázisokat tartalmaz, 160 °C-os darabtól kezdődően ellenben ausztenit, ϵ -martenzit és α' -martenzit fázisok vannak jelen a darabokban.

A 110, 125, 140 °C-os szakítógörbék oszcilláló jelenséget mutatnak. Ez a jelenség az ún. DSA (dynamic strain aging). A szakítóvizsgálatok során a feszültség–alakváltozás alatt tapasztalt folyamatos ugrások az ötvözetbe diffúziósan oldott atomok és a mobil diszlokációk vonzó kölcsönhatásának következményei. Az atomok bediffundálnak a diszlokáció magjába, gátolva azok csúszását, míg a feszültség kellően megnő, hogy a diszlokáció ki tud

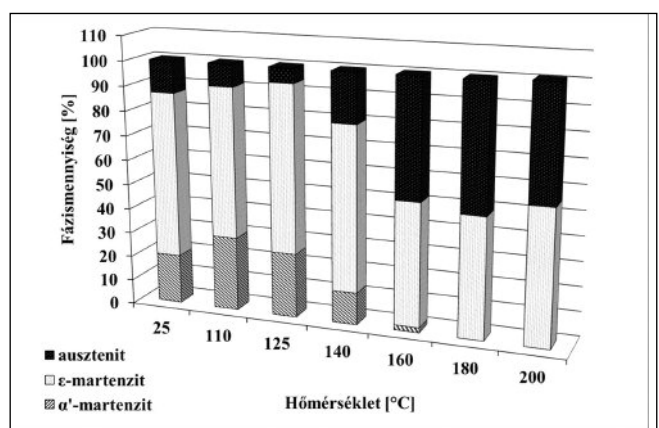
szabadulni a gátolt helyzetéből. A jelenség termikusan aktivált, és érzékeny az alakítási sebességre [2, 3]. A vizsgált acél mechanikai jellemzőinek a változását a 4. ábra és az 5. ábra mutatja. A hőmérséklet növekedésével 140 °C-ig az egyezményes folyáshatár csökken, majd közel azonos értékre beáll 160–200 °C között. A szakítószilárdság 23 °C-tól 110 °C-ig növekszik, ezt követően 200 °C-ig monoton csökken.

2. táblázat. Fázisösszetétel a mintadarabokban

Minta	α' -martenzit [%]	ϵ -martenzit [%]	ausztenit (γ) [%]
23 °C	20	67	13
110 °C	30	61	9
125 °C	26	68	6
140 °C	13	67	20
160 °C	2	50	48
180 °C	0	49	51
200 °C	0	55	46



■ 5. ábra. A szakadási nyúlás változása a hőmérséklet függvényében



■ 6. ábra. Az 1. acélban kialakuló fázisok mennyisége a hőmérséklet függvényében

gelyű igénybevétel hatására végbenemő martenzites átalakulást követően kialakuló fázisok mennyisége a 2. táblázatban található, a fázismennyiségek változását a hőmérséklet függvényében a 6. ábra mutatja.

A 200 és 180 °C-on szakított darabok kétfázisúak, ausztenit (γ) és ε -martenzit található bennük, a két fázis aránya 50-50% körül alakul. A 200 °C-os mintának a mérőszorozatban a legkisebb a valódi feszültség értéke. A 180 °C-os minta ugyanakkor nagyobb feszültségértéket és nyúlást mutat. A 180 °C-on elért természetes nyúlás maximálisnak tekinthető a mérőszorozatban. A 160 °C-os darabban már megjelenik az α' -martenzit fázis, igaz, még csak kis mennyiségben. A 160 °C-os darab nyúlás értéke azonos a maximális nyúlásértékkel, azonban ehhez nagyobb feszültségérték párosul az α' -martenzit megjelenése miatt. 140 °C-on már 13% α' -martenzitet mérhetünk. A nyúlás megegyezik a 160 és 180 °C-os darabnál kapott értékkel, a valódi feszültség azonban tovább nő az α' jelenléte miatt. 125 °C-on az α' -martenzit mennyisége 26%, azonban az ausztenit fázis mennyisége itt a legkevesebb. A martenzitek

dominálnak a mintában, a nyúlás értéke csökkenni kezd a maximális értékhez képest, ellenben a valódi feszültség növekszik, eléri a maximális értékét a mérőszorozatban. A 110 °C-os mintában a legnagyobb az α' -martenzit mennyisége, amelyhez ebben az esetben is kis mennyiségű ausztenit fázis és 60% körüli ε -martenzit társul. Továbbra is a martenzitek jelenléte dominál, amely a nyúlás- és a feszültségértékek csökkenésében is mutatkozik. 23 °C-on azonosnak tekinthető az α' -martenzit és az ausztenit mennyisége, továbbra is a legtöbb az ε -martenzitből van. Jelentősen lecsökken a nyúlás értéke, a maximális érték felénél kisebbre. A valódi feszültség is csökken, de nem megy alá a 160 °C-os értéknek.

A hőmérséklet függvényében három jellegzetes tartományt különíthetünk el a vizsgált acélban:

- 180–200 °C között a nyúlás a maximális értékig növekszik (alacsony valódi feszültség értékek mellett) (szövetszerkezet: $\gamma + \varepsilon$ -fázisok);
- 125–160 °C-os tartományban a valódi feszültség nő, eléri a maximális értéket (előbb állandó, majd csökkenő nyúlás mellett)

(szövetszerkezet: $\varepsilon + \alpha' + \gamma$ -fázisok);

- 23–110 °C között mind a feszültség mind a nyúlás csökken (szövetszerkezet: $\varepsilon + \alpha' + \gamma$ -fázisok).

A valódi feszültségben tapasztalt növekedés az alakváltozás indukálta α' -martenzit ausztenitből történő képződésnek tulajdonítható. Az α' -martenzit mennyiségének növekedésével arányosan növekszik a feszültségérték.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka az Új Magyarország Fejlesztési Terv TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010 projekt támogatásával készült.

Irodalom

- [1] Canabas Poy, N.: Compositional effects on structure-property relationships in Mn-based austenitic ferrous alloys, PhD-értekezés, Universiteit Gent, 2004
- [2] Bracke, L.: Deformation behaviour of Austenitic Fe-Mn alloys by twinning and martensitic transformation, PhD-értekezés, Universiteit Gent, 2006

MÚZEUMI HÍR

Március 15-i ünnepség az Öntödei Múzeumban

A zord időjárás ellenére igen sokan gyűltek össze az Öntödei Múzeumban, hogy közösen ünnepeljék az 1848-as szabadságharc és forradalom évfordulóját.

A rendezvény – hagyományainkhoz híven – a bányászhimnusz hangjaival kezdődött. Az ünnepség első részében a Ganz Ábrahám Kéttannyelvű Gyakorló Szakközépiskola és Szakiskola tanulói elevenítették fel a 165 éve történt eseményeket és Petőfi Sándor gondolatait. Felkészítő tanáruk *Darabos Katalin* és *Olexa Anna* tanárnő volt. A műsor után a jelenlévők közösen koszorúzták meg Gábor Áron, a székely ágyúöntő mester és Ganz Ábrahám szobrát. A svájci születésű öntömesterről csak igen kevesen tudják, hogy a

szabadságharc részére ő maga is öntött ágyúcsöveket és ágyúgolyókat.

A koszorúzást követően Gábor Áron egyetlen megmaradt ágyújának hiteles másolatánál a közönség lelkesen elénekelt a „Gábor Áron rézágyúja” című dalt, amelyhez a fennállásának idén 140. évfordulóját ünneplő Láng-Acélhang Kórus is csatlakozott. A lelkesítő dal után *Huszics György* nyugalmazott múzeumpedagógus, öntömester pedig elmondta, hogy miből készültek valójában a székely szabadságharcos első ágyúi, és hogy ennek mi a köze az ismert



■ Ünneplő fiatalok az ágyúmásolat mellett

dalhoz. Az ünnepséget a Láng-Acélhang Kórus műsora zárta.

Csibi Kinga

FERENCZI TIBOR – HARCSIK BÉLA – SÁRVÁRI ISTVÁN

A ME Metallurgiai és Öntészeti Intézet vákuumindukciós kemencéjének korszerűsítő felújítása

A TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű pályázati programhoz kapcsolódóan felújításra és korszerűsítésre került az intézet tulajdonában lévő vákuumindukciós kemence. A kemencét alkalmassá tettük vákuum, illetve védőgáz alatti mintavételezésre (amely minták közvetlenül felhasználhatók a GD-OES elemző berendezésben), az olvasztási paraméterek számítógépes adatgyűjtésére, valamint az előállított ötvözetek vákuum alatti termikus elemzésére. A fejlesztés eredményeképpen az olvasztási-ötvözesi folyamat és annak főbb hibalehetőségei, úgymint a gáztalanítás, gázfelvétel, oxidáció, illetve egyéb szennyezők olvadékba kerülése is vizsgálhatóvá vált. Kísérleteinkkel igazoltuk, hogy a felújított berendezés az ilyen típusú vizsgálatokra alkalmas.

Bevezetés

A '90-es évek elejéig a vaskohászati és a fémkohászati szakterületen rendelkezett hazánk nagyon színvonalas kutatóintézetekkel (Vasipari Kutató Intézet, Fémipari Kutató Intézet, Csepeli Fémmű). A rendszerváltozás után sajnos a két nagy múltú intézet és a csepeli gyár megszűnt, így e két terület központilag szervezett kutatás nélkül maradt. Néhány vállalat (pl. az ISD Dunaferri Zrt.) működött saját kutatóintézetet, de ezek elsősorban – magas színvonalú műszerezettség-

güknek köszönhetően – anyagvizsgálattal foglalkoznak. Vannak persze olyan üzemek, ahol rendelkezésre állnak olvasztókemencék, de azok használata sajnos vagy a méretük, vagy az elemzési lehetőségek korlátozottsága miatt gazdaságtalan új anyagminőségek kikísérletezésére. Indokoltá vált így az egyetemi kutatóhelyen a kornak megfelelő színvonalú vas- és fémkohászati vizsgálóhelyek kialakítása. Ennek céljából történt fejlesztés a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének (MÖI) laboratóriumában.

Ferenczi Tibor okl. kohómérnök 1988-ban végzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen metallurgus mérnökként. Munkahelyei: DIMAG Rt., Hengermű Kft. Jelenleg a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetében dolgozik mérnök-tanár beosztásban. Az integrált Metallurgiai és Öntészeti Laboratórium vezetője. Oktatási területei: pormetallurgia, különleges hidrát- és timföldtermékek, felület tisztítás, precíziós öntészet.

Dr. Harcsik Béla 1998-ban a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán kohómérnöki, majd 2000-ben az Anyag- és Kohómérnöki Karon okleveles kohómérnöki diplomát szerzett. Ezt követően hét évet töltött különböző acélipari cégeknél alsó- és középszintű vezetőként. A Metallurgiai és Öntészeti Intézetben 2007–2008 között tanzségi mérnök volt, majd 2008 szeptemberében megkezdte nappali tagozatos doktori tanulmányait. 2012 júniusában szerezte meg PhD-fokozatát. Kutatásai témái: primer és szekunder acélméltallurgia, folyamatos acélöntés.

Dr. Sárvári István 1957-ben Miskolcon a kohóipari technikumban érettségizett. 1967-ben diplomázott a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán, ahol 1980-ban egyetemi doktori címet szerzett. A Vasipari Kutató Intézetben volt technikus, tudományos munkatárs. Szakmai pályafutását tudományos főmunkatársként fejezte be.

A MÖI laboratóriumának technikai felszereltsége és vizsgálati lehetőségei

A MÖI kutatólaboratóriuma a kisméretű olvasztókemencék széles palettájával rendelkezik:

- ellenállás-fűtésű kemencék 4–100 kg tömegű alumínium ötvözetek öntésére,
- indukciós kemencék: 20–100 kg acél, öntöttvas és rézötvözetek olvasztására,
- vákuumindukciós kemence 1–4 kg tömegű vas-, réz-, alumínium alapú ötvözetek, illetve bármilyen más fémek megolvasztására.

A MÖI-ben rendelkezésre állnak modern elemzőkészülékek:

- GD-OES elemzőkészülék, amely plazmagerjesztésű spektrometriai eljárással alkalmas nemcsak felületi, hanem rétegvizsgálatra is,
- LECO TC500 gázelemző készülék, mellyel 0,2–1,5 gramm tömegű mintából tized ppm-es pontossággal meghatározható a fém összoxigén- és nitrogéntartalma,
- LECO CS244 elemanalizátor kén- és karbontartalom mérésére,
- VARIAN atomabszorpciós elemző készülék az átlagos elemi összetétel meghatározására.

A felsorolt elemzőberendezések ugyanabban az épületben találhatóak, mint a kemencék, így lehetőség van gyártás közbeni mérésekre is.

A hagyományosnak mondható ellenállás-fűtésű és indukciós kemencéket az intézet napi szinten használja, ezért a működtetésükhöz szükséges mérés-technika rendelkezésre áll.

A hagyományos indukciós kemencéink vezérlése középfrekvenciás, tirisztoros. A 100 kg-os kemencék

savas bélésűek, persze nem csak öntöttvas és bronz, hanem kompromisszummal, acél átolvasztására is alkalmasak. Természetesen az acél olvasztására – az elérhető nagyobb tisztaság miatt – szerencsésebbnek tartott bázikus bélésű kemencével is rendelkezünk.

A 20 kg-os befogadóképességű kemencénk falazata MgO-os döngöletből készült. Gyártásközi elemzésre diszkpinmintát (lollipop sample) veszünk, ami a megfelelő átmérőjével és felületével tökéletes megoldás spektrometriai vizsgálatra, szára pedig összoxigén-, illetve nitrogéntartalom meghatározására. A hőmérséklet mérésére a merülő pirométer nyújt megoldást. Lehetőség van az olvadékok termikus elemzésére is.

Az olvadék leöntése 3–25 kg-os üstökkel történik homokformába vagy vaskokillákba. A leöntött tuskók átkovácsolása is megoldható.

Az 1961-ben gyártott vákuumindukciós kemencét közel tizenöt éve nem tudtuk használni. Időszerűvé vált felújítása és korszerűsítése, hiszen igény mutatkozik a különleges egyedi ötvözetek előállítására és vizsgálatára, amelyek csak ilyen technológiával állíthatók elő.

Vákuumindukciós kemencék előnyei, a MÖI kemencéjének felújítása

A vákuumindukciós kemencének számos igen előnyös tulajdonsága van, amely nemesfém olvasztására, illetve nagy homogenitást igénylő etalonygyártásra is alkalmassá teszi. Lehetőség van: vákuum alatti ötvözésre, hőmérsékletmérésre, mintavételre, kezelésre, illetve argonos (vagy egyéb) védőgáz alkalmazására az olvasztás során, adaggyártás közben és öntéskor.

Az induktor által gerjesztett indukciós tér az olvadék nagyfokú homogenitását képes biztosítani. A mágneses keverés megakadályozza a helyi túlhevülést, az összetételi inhomogenitást.

Előny az is, hogy jól megválasztott frekvencia esetén (1) kisméretű darabok is jó hatásfokkal beolvaszthatók. Ugyanis a beolvasztásra kerülő betétanyag méretét úgy kell megválasztani, hogy az átmérője a behatolási mélység 3,5-szeresénél ne legyen

kisebb ($d \geq 3,5 \delta$) [2].

$$\delta = 5030 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{f \cdot \mu_r}} \quad \text{cm} \quad (1)$$

ahol ρ – a fajlagos ellenállás, $\Omega \text{ cm}$,
 f – a frekvencia, Hz

μ_r – a permeabilitás, H/m

A MÖI tulajdonában lévő vákuumindukciós kemence (Leybold–Heraeus gyártmány) generátoros meghajtású, középfrekvenciás (10 kHz). A kemencéhez két induktortekercs tartozik, ezért lehetőség van a cseréjükre. Acélolvasztásra az egyik induktor magnezittel van kidöngölve (olvasztási-térfogat=0,2 dm³), a másikban pedig felváltva használható kerámia és grafittegely (olvasztási-térfogat=0,5 dm³). Grafittegely betéttel ellenállás-fűtésű kemenceként is használható, így megolvasztható olyan fém(ötvözet) is, amely egyébként indukció hatására nem olvadna meg.

A vázoltak figyelembevételével határoztuk meg a felújításhoz szükséges műszaki feladatokat:

- Az induktortekercsben a döngölt falazat helyett áttérés könnyen cserélhető olvasztótégelyekre (grafit, samott, kerámia stb.).
- Vízhűtő-rendszer ellenőrzése: csapok javítása/cseréje, nyomóvezeték cseréje.
- Működtetési és karbantartási dokumentáció készítése, egyértelmű címkék készítése a működtető kapcsolókra.
- Elektromos hibák javítása.
- Torony funkciók áttervezése
 - tömitettség ellenőrzése,
 - utánadagolás,
 - ötvözés,
 - mintavétel olvadékból vákuum alatt (vákuumpipetta),
 - hőmérsékletmérés (kvarccsővel

védett termoelem), digitális kijelzőn.

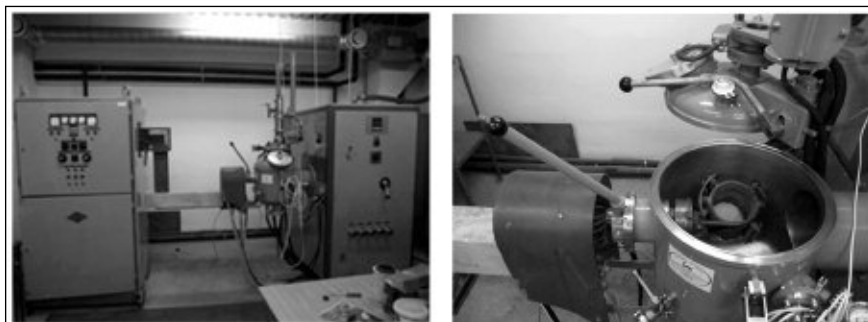
- Vákuumkamra felújítása
 - nyomásmérés (vákuum) digitális kijelzőn,
 - inert atmoszféra beállítása az olvasztás és kristályosítás alatt,
 - kristályosító beépítése,
 - kármentő beépítése a tégely és a kristályosító kilyukadása/törése esetére,
 - hőkamera rögzítési lehetőség kialakítása a fedélen,
 - lehülési görbe felvételéhez használt tégelyek érzékelői kivezetésének megoldása.
- A berendezés fejlesztetőségének biztosítása.

A felújítást végző hajdúböszörményi székhelyű Goodwill-Trade Kft. a vákuumindukciós kemencét szétszerelte, a felújításra, javításra kerülő alkatrészeit telephelyére szállította.

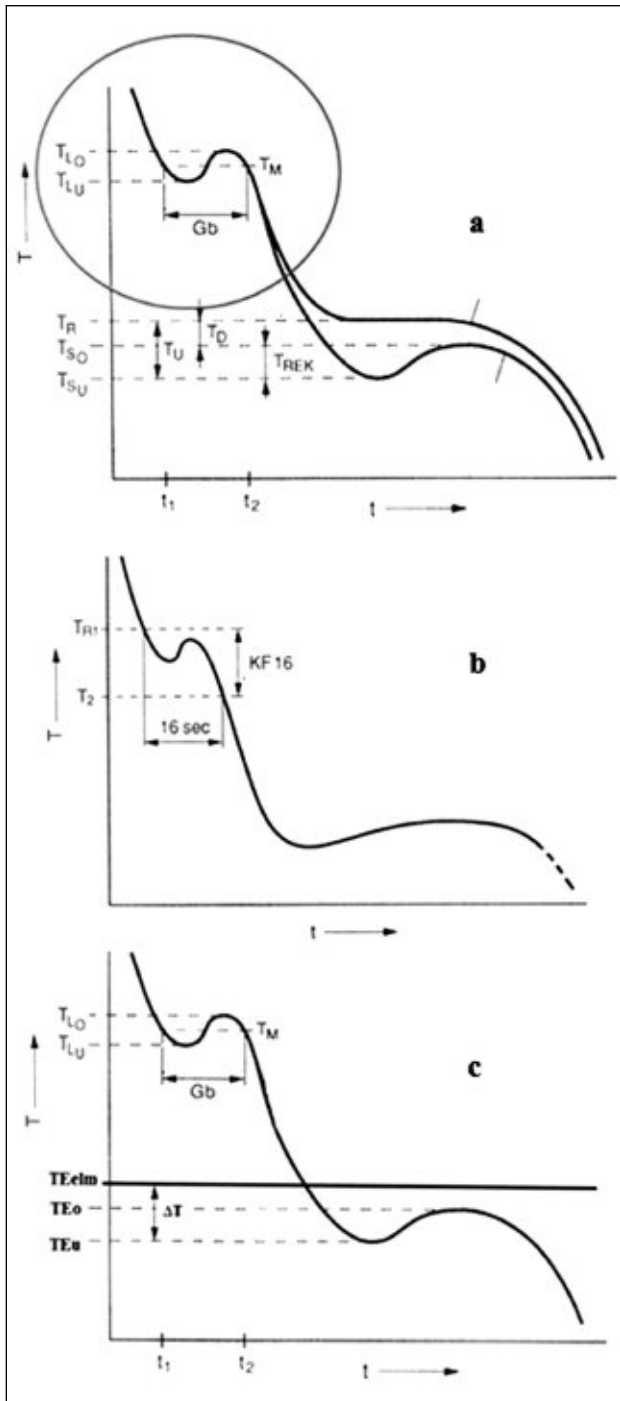
Az elvégzendő feladatokat több alkalommal helyszíni bejárással pontosítottuk. Részt vettünk a felújított vákuumszivattyúk minőségellenőrzésében. Megállapítottuk, hogy a felújítás után azok képesek biztosítani az általunk elvárt vákuum értéket. Meghatároztuk a beépítésre kerülő csatlakozások típusait és a mérőműszerek paramétereit: hőmérsékletmérő és érzékelő, vákuummérő. Meghatároztuk a mintavétel, a kristályosító, valamint a hőmérsékletmérő eszköz kialakítási lehetőségeit. Kiválasztottunk többféle olvasztótégelyt az interneten elérhető gyártók kínálatából.

A kft. a kemencét a szerződésben vállalt határidőre visszaszállította.

Üzem közben ellenőriztük a vákuumrendszer működését és a különböző elemek tömitettségét. Szükségessé vált néhány elem cseréje, valamint a már korábban kiépített vízcsatlakozási helyek áttervezése és átépítése: a zárt rendszertől függet-



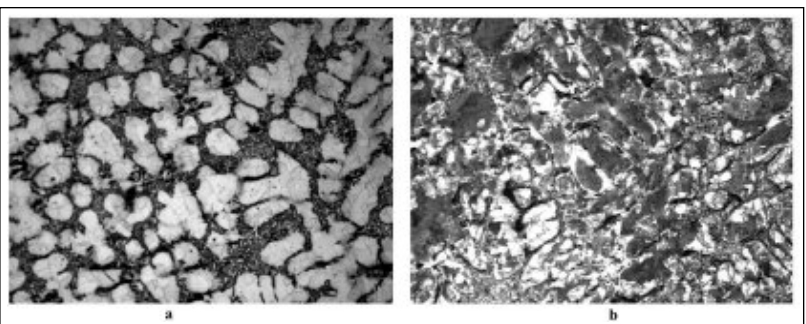
■ 1. ábra. A vákuumindukciós kemence



■ **2. ábra.** A lehülési görbe kiértékelése: a likviduszon tartózkodás ideje (a), hőmérséklet-különbsége (b), a túlhűlés mértékének meghatározása (c). [3]



■ **3. ábra.** A mérőrendszer



■ **4. ábra.** Mikroszkópos felvételek: ötvözés előtt (a), ötvözés után (b)

len, szabályozott vízbetáplálási helyet alakítottunk ki.

A villamos olvasztás elindításához az elektromos rendszer hibaüzeneteit, a tiltó kapcsolásokat először nem sikerült kiiktatnunk. Internetes és személyes kapcsolatokon keresztül megpróbáltuk a berendezés eredeti villamos kapcsolási rajzait beszerezni a német gyártó cégtől. A berendezés gyártásakor még nem digitalizálták a használati útmutatókat és terveket.

Az archívumok mélyéről kellett előásni a dokumentumokat, és ez a nyári szabadságolások idején nagyon nehézkes volt.

A mintavételi technika fejlesztése többek között üvegtechnikus által legyártott egyedi vákuumpipetta-gyártást jelentett. Több hónapba telt, míg sikerült találni valakit, aki képes megbízhatóan működő vákuumpipettát gyártani. Olyan mintavető eszköze van szükség, amely közvetlenül LECO és GDOES elem-

zésre vihető. Számos pipettatípust kellett kipróbálnunk indukciós kemencés olvasztással. Csak ezután kerülhetett sor a vákuumindukciós kemencében való befogási lehetőség kialakítására.

A kísérletek bemutatása

A mérési módszer ismertetése

Az öntődékben a megfelelő összetételű fém előállítása a legfontosabb feladat. Az olvasztási-ötvözési folyamatnak a fentebb már jelzett lényeges hibalehetőségei vannak. A hibák kiküszöbölésére, csökkentésére és észlelésére többféle módszer ismert. Mindenképpen olyan kisköltségű eljárásra van szükség, amely gyors és kielégítően pontos információt ad az előállított olvadék kémiai összetételéről. Erre leginkább alkalmas módszer a termikus analízis.

A termikus analízis folyamán egy leöntött próba lehülési görbéjének rögzítésére/feljegyzésére kerül sor. A hőmérséklet időbeli lefolyása a kristályosodás, az átalakulás és kiválások révén szabaddá váló hőmennyiség és a leadott hőtől függően jellegzetes lefolyásokat mutat töréspontokkal. A hőmérsékleti görbe alapján következtetni tudunk az olvadék kristályosodására, az adag csíráállapotára, a szilárd állapotban végbemenő átalakulásokra és a kiválásokra. A szemcsefinomság összefügg a likvidusz-hőmérsékleten tartózkodás idejével.

Szemléltetésként irodalmi adatokból vett lehülési görbén mutatjuk be az olvadék likviduszon tartózkodási idejének meghatározását (2. ábra) [3].

A likviduszon tartózkodás ideje (a) alapján történő kiértékelés nehézkes, mert a túlhűlés és a visszamelegedés gyakran nem mérhető ki, ezért a gyakorlatban egy másik módszert alkal-

mazunk. A módszer lényege az, hogy a lehülési görbe likvidusz-hőmérséklet elérése előtti, a 2 K/s hűlési sebességhez tartozó pontjának és az azt 16 másodperccel követő pontnak a hőmérséklet-különbségét határozzuk meg (b).

A termikus elemzés másik feladata a primer, illetve az eutektikus kristályosodás minősítése. A kiértékelés alapja az elméleti hőmérséklethez viszonyított túlhűlés meghatározása, melyet a 2. c ábrán mutatunk be.

Olvasztási kísérleteink

A felújított és korszerűsített kísérleti berendezés használhatóságát néhány olvasztási próba elkészítésével, vizsgálatával mutatjuk be.

A példaként bemutatott kísérleti beállítások esetében 1000 gramm öntészeti nyersvasat olvasztottunk be. Az olvasztást levegőn, argon atmoszférában, illetve vákuum alatt végeztük. Beolvadáskor vákuumpipettával mintát vettünk, és megmértük az olvadék hőmérsékletét. Megtöltöttük olvadékkal a mérőrendszer mintatartóját, és elindítottuk a mérőszoftvert. A maradék olvadékot kiegészítettük 1000 grammra. Hozzáadtuk a kiszámított mennyiségű elektrolitréz ötvözt. Beolvadáskor vákuumpipettával újra mintát vettünk, és megmértük az olvadék hőmérsékletét. Újra megtöltöttük olvadékkal a mérőrendszer mintatartó-

1. táblázat. Elemzési eredmények

Elem	Eredeti alapanyag		Ötvözött anyag	Mértékegység
	átolvasztás előtt	átolvasztás után		
Fe	91,74	92,57	90,42	%
C	3,03	2,34	2,43	%
Si	4,04	3,91	3,79	%
Mn	0,32	0,34	0,30	%
Ni	0,04	0,03	0,03	%
Cr	0,03	0,04	0,04	%
Mo	0,44	0,54	0,49	%
P	206,40	206,40	225,80	ppm
S	219,90	144,20	187,10	ppm
V	157,70	109,10	121,20	ppm
Cu	0,02	0,03	2,25	%
Sn	0,19	0,11	0,14	%

ját, és elindítottuk a mérőszoftvert.

A termikus analízist egy National Instrumens számítógépes adatgyűjtő rendszerrel végeztük. A „K” típusú hőelem jelét egy nyolccsatornás adatgyűjtőn keresztül továbbítottuk a számítógépes szoftverhez. A szoftvert elindítva beállíthatjuk a hőelem típusát, az alsó és felső méréshatárt, a csatornák számát, mintavételezési sebességet, valamint a frissítési időt. A szoftver text formátumban menti az adatokat, amiket később értékelünk ki.

A lehülési görbe felvételéhez és a GD-OES elemzés elkészítéséhez külön gyártottunk egy mintaöntő formát, amelyet használhatóságára irányuló kísérletekhez terveztünk. A mérőrendszert a 3. ábrán mutatjuk be.

GD-OES berendezéssel meghatároztuk az előállított (átolvasztott) ötvözetek kémiai összetételét (1. táblázat).

Megállapítottuk, hogy olvasztás közben a karbon-, kén- és vanádiumtartalom 20-30%-kal csökkent, azonban a rézzel történő ötvözés során ezeknek az elemeknek a mennyisége nem változott. A rézötvözés sikeres volt, az elemzett mennyiség megegyezik az elméletivel.

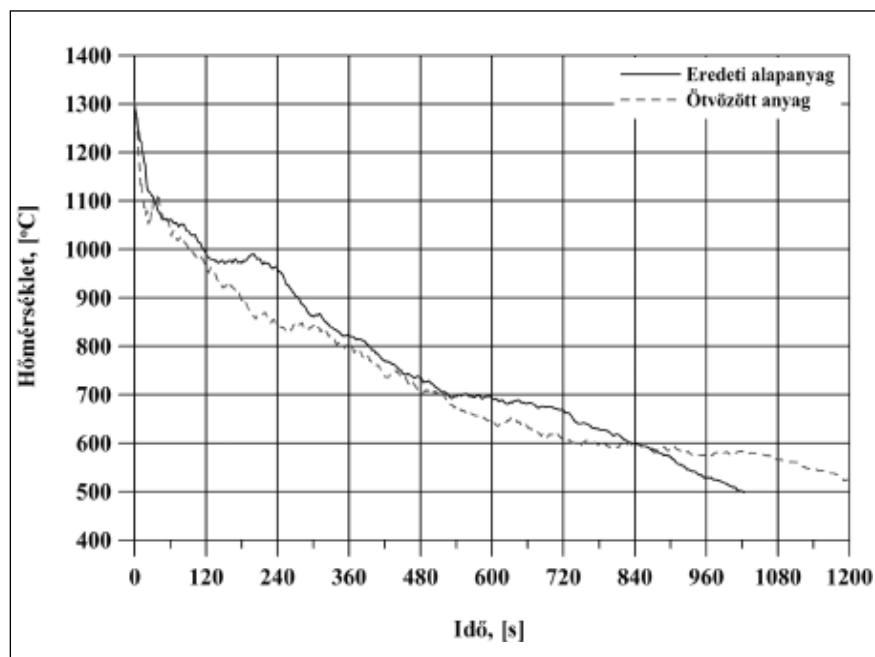
A mintákból csiszolatokat készítettünk, megmarattuk, és ezután fémmikroszkóppal megvizsgáltuk a kialakult szövetelemeket (4. ábra).

A mikroszkópos felvételek kiértékelése során megállapítottuk, hogy az ötvözetlen anyagban a ferrit mennyisége 56,1%, és nincs benne perlit. Az ötvözött anyag szövetében 38,1% a ferrit, közel 10% a perlit, és megjelenik a ledeburit is. A réz ötvözése tehát karbidosodást vált ki. A szövet változására az 5. ábrán bemutatott lehülési görbe is utal.

Következtetések

A vákuumindukciós kemence felújítási projektje sikeres volt. A tervezett metallurgiai-ötvözési műveletek elvégezhetőek. Elsődleges fontosságú az olvasztási és ötvözési technológia (mit-mikor-hogyan) helyes megválasztása/kikísérletezése, mivel ez jelentősen meghatározza az ötvözetgyártás sikerét, valamint az alkalmazott tégely élettartamát. Az általunk összeállított termikus elemző mérőrendszer jelezte a változásokat.

Tovább kell folytatni az irodalmi és



5. ábra. Lehülési görbe

kísérleti adatgyűjtést az optimális olvasztótégely- és az öntőforma anyagának, alakjának, valamint az olvasztási technológia megválasztása érdekében. Az elvégzett kísérletek tanulsága az is, hogy szükséges a folyamatos hőmérsékletmérés megoldása az olvasztótégelyen belül, mert így elkerülhető az esetenként előfordult túlhevítés, valamint kísérletek közben a minta megdermedése, ami a tégely károsodását okozza. Meg kell változtatni a termikus elemzőrendszer csatlakozásait, kábelezését,

szoftverét stb. annak érdekében, hogy az 5. ábrán észlelhető zavarójeleket kiküszöböljük.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- [1] *Dr. Faragó Elza*: Nagyszilárdságú öntöttvasak. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
- [2] *Dr. Faragó Elza – dr. Vörös Árpád*: Az öntöttvas olvasztása villamos kemencében. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1987.
- [3] *Varga Gábor*: Öntészeti Al-Si ötvözetek termikus elemzése. Diplomatervezés, 2011.

■ EGYETEMI HÍREK

A Műszaki Anyagtudományi Kar hírei 2013. március

• 2013. február 8-án a Miskolci Egyetem Díszaulájában vehették át oklevelüket a Műszaki Anyagtudományi Karon frissen végzett mérnökök. A 2012/2013. tanév I. félévében 55 hallgató tett sikeres záróvizsgát, közülük 36-an kapták meg a diplomájukat. Anyagmérnöki BSc-szak nappali tagozaton 10 fő, levelező tagozaton 2 fő, anyagmérnök MSc-szak nappali tagozaton 4 fő, levelező tagozaton 7 fő, kohómérnök MSc-szak nappali tagozaton 4 fő, levelező tagozaton 9 fő, egyetemi szintű kohómérnök képzésben pedig 1 fő vette át oklevelét. A diplomaosztó ünnepség keretében *dr. Mertinger Valéria* egyetemi docens, a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet intézetigazgatóhelyettese átvette *dr. Patkó Gyulától*, az egyetem rektorától a habilitációs oklevelét. Szintén ünnepélyes keretek között osztották ki a PhD-okleveleket. A kar Kerpely Antal Doktori Iskolájában sikerrel védte meg dolgozatát *Diaconu Vasile Lucian*, *Géber Róbert*, *Kovács Sándor*, *Somosvári Béla Márton*, *Szabó Richárd* és *Szombatfalvy Anna Ágnes*, a Gépészmérnöki és Informatikai Kar

doktori iskolájában szerzett PhD-oklevelet *Erdélyi János Péter*, karunk Kerámia és Polimermérnöki Intézetének tanársegéde. A Miskolci Egyetem Szenátusa a Műszaki Anyagtudományi Kar javaslata alapján az öntészeti oktatás fejlesztésében és országos elismertségének növelésében elért eredményeiért címzetes egyetemi tanár címet adományozott *dr. Dúl Jenő* részére.

• „A felsőoktatás minőségének javítása kiválósági központok fejlesztésére alapozva a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területein” című Társadalmi Megújulás Operatív Program (TÁMOP) projekt keretében működő Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia Kiválósági Központ a „Tudásintenzív anyaggyártás” kutatási eredményeinek kidolgozásában sikeres együttműködést folytatott a partnervállalatokkal. A projektben résztvevő ipari kapcsolatok közül kiemelkedő a NEMAK Győr Alumíniumöntőde Kft. és a Műszaki Anyagtudományi Kar tanszékei közötti kapcsolat. A két fél vezetői 2012. szeptember 27-én, Miskolcon megtartott egyeztető megbeszélésén a kutatási együttműködés kibővítéséről, a NEMAK Európai Központ témáiban való közreműködés lehetőségeiről tárgyaltak, melynek eredményeként december 12-én NEMAK–ME tudományos szakmai nap rendezvényen ismertették az eddigi kutatási eredményeket és egyeztették a további kutatási együttműködés lehetőségeit. A szakmai napon a NEMAK Győr Kft. részéről *Toth David* ügyvezető igazgató, *Braun Zsolt* műszaki igazgató, *dr. Fegyverneki György* termék- és termelés-fejlesztési vezető és *Rendes János* tanácsadó vett részt. A NEMAK Europe Központot *dr. Franz Josef Feikus* R&D-menedzser és *Leopold Kniewallner* PDC-menedzser képviselte. A szakmai napon a tudományos műhelyek munkáját *dr. Dobróka Mihály*, *dr. Dúl Jenő*, *Tokár Monika*, *dr. Molnár Dániel*, *dr. Kékesi Tamás*, *dr. Gombkötő Imre*, *dr. Böhm József*, *dr. Mertinger Valéria*, *dr. Gács Zoltán*, *dr. Palotás Árpád Bence*, *Dúl Róbert*, valamint *dr. Lukács János* ismertette. A vendégek a szakmai nap keretében laborlátogatásokon is részt vettek.

 **Mende Tamás**



A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar vezetésével elnyert „Környezetbiztonságos forrasztóanyagok anyagtudományi alapon történő fejlesztése primer és másodnyersanyagokból a járműipar számára, FORR-ÁSZ” című projekt bemutatása

BATTA BEATRIX, KÉKESI TAMÁS, BENCSIK BOGLÁRKA, MENDE TAMÁS, GÁCSI ZOLTÁN

A projekt előzményei, fontosabb adatai

Az elektronikai termékek gyártásának, ezáltal a környezetbiztonságos forrasztóanyagok és forrasztási technológiák folyamatos fejlesztésének mind ipari, mind tudományos szempontból nagy a jelentősége. Ezen a területen végzett kutatási-fejlesztési tevékenység hozzájárul a már meglévő eljárások javításához, valamint megbízhatóbbá, gazdaságosabbá és környezetbaráttá tételéhez, továbbá megalapozható az Európai Unió 2014–2020 közötti időszakra vonatkozó Horizon 2020 Kutatási és Innovációs Keretprogramjához való csatlakozás.

A Multifunkcionális anyagok tudományos műhely már évek óta foglalkozik a környezetbiztonságos forrasztóanyagok kutatásával, fejlesztésével. A Robert Bosch Kft. korábban két kutatás-fejlesztési témával is megbízta a kart, melyek keretén belül az Innolot® elnevezésű ólommentes forrasztóanyag Ni-tartalom változásának hatását vizsgáltuk a forrasztóanyagban megjelenő tűkristályok képződésére, valamint tanulmányoztuk a forrasztóanyag hő-sokk hatására bekövetkező szövetszerkezeti változásait. A Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft. a kemény forrasztóanyagok fejlesztése területén adott megbízást egy módszer kidolgozására a forrasztóanyagok mechanikai tulajdonságainak reprodukálható és anyagtudományi alapokon nyugvó meghatározására.

Értékes fémek ipari hulladék anyagokból történő újszerű kinyerési lehetőségeit is vizsgálta a Metallurgiai és Öntészeti Intézet már korábbi – most záródó – TÁMOP-projekt keretében. Az elektronikai forrasztási hulladékokból történő önkinyerés módszerét megalapozó kutatásaink nemcsak a sósavas oldatokkal végzett elektrolit-

kus ónraffinálás folyamatait tisztázták, hanem szabadalmi bejelentéssel is támogatott újszerű technológia kialakítását is eredményezték. Az alumíniumsalakok fémtartalmának kinyerhetőségét vizsgáló kutatásaink az iparban keletkező nagy mennyiségű másodnyersanyag hatékonyabb feldolgozását segítik elő.

Az ALCOA-KÖFÉM egyik leginnovatívabb gyártmánya az autóműködőkhöz használatos három- vagy ötrétegű alumínium lemez. A középső magréteg a hűtő alapanyagát képező alumínium-ötvözet, a legkülső réteg a nagy szilíciumtartalmú, alacsony olvadáspontú forrasztóanyag. A két réteg között helyezkedhet el a nagy tisztaságú, igen vékony alumíniumlemez, ami a korróziót hivatott akadályozni. Ezt a szendvicsszerkezetet meleg-, majd hidegalakítással állítják elő. A Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben a Von Roll kísérleti hengerállvány felhasználásával évek óta folynak kísérletek az optimális hengerlési technológia kidolgozására.

A FORR-ÁSZ TÁMOP-pályázat beadására 2012. március 30-án került sor, majd november 21-én kapott értesítést az Egyetem, miszerint a pályázat támogatásban részesült. A projekt megvalósítási időszaka 2013. január 1-jén kezdődött, a projekt fizikai befejezésének tervezett napja 2015. április 30. 2013. január 17-én került sor a támogatási szerződés aláírására, amelynek értelmében a projekt zárását követő 5 éven keresztül kötelesek vagyunk a projekt fenntartását biztosítani.

A közel 604 millió Ft támogatást elnyert projekt szakmai vezetője dr. Kékési Tamás egyetemi tanár, a projektmenedzser pedig Batta Beatrix. A menedzsment pontos összetétele az 1. táblázatban látható. A pályázat kiírása alapján a Műszaki Anyagtudományi Kar konzorciumi partnereket is bevont a kutatómunkába (Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., Miskolc, valamint a debreceni MTA Atommagkutató Intézet). A pályázaton elnyert támoga-

1. táblázat. A projekt menedzsmentje

A projekt szakmai vezetője	Dr. Kékési Tamás
Projektmenedzser	Batta Beatrix
A projekt pénzügyi vezetője	Beliczky Miklós
A projektmenedzser asszisztense	Bencsik Boglárka
A pénzügyi vezető asszisztense	Simonné Halász Rita

2. táblázat. A projekt pénzügyi adatai

Megítélt támogatások összege szervezeti egységekre lebontva	
Miskolci Egyetem (főkezdvevényezett)	481.505.464 Ft
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. (1. Konzorciumi partner)	77.265.103 Ft
MTA Atommagkutató Intézet (2. Konzorciumi partner)	45.210.740 Ft
Elfogadott projekt összköltség	603.981.307 Ft
Támogatás mértéke	100%
Időtartam	28 hónap (2013.01.01. – 2015.04.30.)



■ 1. ábra. Sajtótájékoztató a Miskolci Egyetemen induló „FORR-ÁSZ” projektről



■ 2. ábra. Dr. Gácsi Zoltán dékán köszönti a vendégeket a „FORR-ÁSZ” projekt nyitóünnepségén

tások szervezeti egységekre (Miskolci Egyetem, mint a támogatás fő kedvezményezettje, valamint a két konzorciumi partner) lebontva a 2. táblázatban olvashatóak.

A projekt nyitóünnepsége 2013. március 5-én került megrendezésre a Miskolci Egyetemen, melynek keretében a projektben résztvevő tudományos műhelyek vezetői, valamint a kutatásba bevont konzorciumi partnerek képviselői tartottak rövid tájékoztatót az előttünk álló feladatokról (1. és 2. ábra).

A projekt célja

A projekt a forrasztott kötések minőségének fejlesztését és a technológia fenntarthatóságát tűzi ki alapvető célként. Ehhez a forrasztásra kerülő fémes ötvözetrendszerek anyagtudományi alapokon történő fejlesztése, valamint a forrasztási felületek előkészítése és a forrasztási hulladékok újrahasznosítása témakörökben folyik kutatás. Ennek megalapozása a térfogat és határfelületi termodinamikai ismeretek bővítésével, egyensúlyi fázisdiagramok számításával, fémoldadékok nedvesíthetőségének vizsgálatával és olvadáskáramlás szimulációjával történik.

A modern ólommentes elektronikai forrasztóanyagok alkalmazásának az alábbi fő nehézségeit kell a kapott eredmények alapján, technológiai szinten kiküszöbölni:

- Magasabb az ötvözetek olvadáspontja, így az összeforrasztott alkatrészek károsodhatnak a forrasztási technológia során a magasabb hőmérséklet miatt.
- Kisebb technológiai ablak, amely szintén a magasabb olvadáspont

eredménye, mely a forrasztási technológia paramétereinek módosítását teszi szükségessé.

- Roszbabb nedvesítés, az ólommentes forrasztóanyagok nedvesítési ideje nagyobb, ami csökkenthető a hőmérséklet emelésével, viszont azt néhány alkatrész nem tudja elviselni, ami a gyártástechnológia lassulását eredményezi.
- Megbízhatósági problémák.
- Új forrasztási hibák:
 - ön tükrisztály képződés, amely rövidzárlatot okozhat (3. ábra),
 - fokozott intermetallikus vegyületképződés (Cu_6Sn_5 , Ag_3Sn , Cu_3Sn , Ni_3Sn_4),
 - rossz furatkitöltés, ami a rozsbabb nedvesítés következménye, amely lerontja a létesülő kötés mechanikai tulajdonságait.
- A jelenlegi berendezések nagy része nem alkalmas az ólommentes forrasztáshoz.

A projekt célcsoportja

A projekt által közvetlen módon leginkább érintett személyek a Miskolci Egyetem oktatói, valamint PhD-hallgatói, akik részt vehetnek az intézményben folyó K+F+I tevékenységben, ezáltal fejleszthetik személyes képességeiket. A projekt kivitelezésébe a graduális (BSc, MSc) képzésben résztvevő, kiemelkedő teljesítményt nyújtó diákokat is bevonjuk.

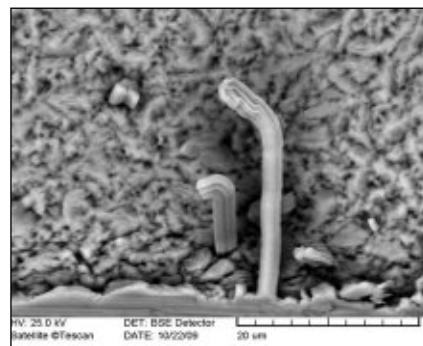
A kutatási eredményeket elsősorban a partner vállalatok hasznosítják, ahol a környezetbiztonságos forrasztóanyagok és technológiák fontos elemei a termelésnek.

A projekt egyik lényeges közvetett célcsoportjába tartoznak a K+F+I igényoldali szereplői, hiszen a cégek,

vállalatok a létrejött K+F eredményeket hasznosíthatják tevékenységük során.

Tekintettel arra, hogy a projekt a hátrányos helyzetű rétegek esélyegyenlőségének elősegítésére is törekszik, a Mozgáskorlátozottak Sárospataki és Zemplén Térségi Egyesülete tagjai részére folyamatosan lehetőséget biztosítunk az eredmények megismerésére.

A projekt elsősorban az Észak-magyarországi Régióban teremt és stabilizál kutatóhelyeket, mivel a projekt hozzájárul majd a régió versenyképességének fokozásához, ezáltal emelkedik a foglalkoztatás, valamint lassulhat a képzett munkaerő elvándorlásának folyamata. Továbbá kapacitásbővítést eredményez a Miskolci Egyetem és annak konzorciumi partnerei, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. (Miskolc), valamint az MTA Atommagkutató Intézete (Debrecen) számára. A konzorcium a gazdasági szervezetekkel együttműködve közös kutatási programot valósít meg: megszervezi a kutatói utánpótlást és a fiatal kutatók nemzetközi tudományos életbe való bevezetését. Kidolgozza



■ 3. ábra. Ólommentes forrasztóanyagban képződő ön tükrisztály

az akadémiai, felsőoktatási és non-profit kutatóhelyek közötti hosszú távú együttműködés feltételrendszerét.

Tudományos Műhelyek

A felsorolt témákkal öt, nemzetközileg elismert vezető kutató által koordinált Tudományos Műhely foglalkozik.

1. A nagytisztaságú alapanyagok és az ólommentes forrasztóanyagok járműipari alkalmazásának anyagtudományi problémái – vezetője: Dr. Gácsi Zoltán, az MTA doktora;
2. A lágy és a keményforrasztóanyagok előállítási technológiájának anyagtudományi fejlesztése – vezetője: Dr. Roósz András, az MTA rendes tagja;

3. A forrasztandó felület előkészítése plazmasugaras kezeléssel – vezetője: Dr. Török Tamás, az MTA doktora;
4. Az ólommentes forrasztáshoz szükséges nagy tisztaságú alapanyagok kinyerése másodnyersanyagokból – vezetője: Dr. Kékesi Tamás, az MTA doktora;
5. A forrasztóanyagok összetételének optimalizálása a térfogati és határfelületi termodinamika eszközeivel – vezetője: Dr. Kaptay György, az MTA doktora.

A projekt nyomon követése

A "FORR-ÁSZ" projekt keretében elvégzett jelentős mennyiségű kuta-

tómunka szakmai/tudományos eredményeiről a későbbiekben szakkikkek írásával folyamatosan tájékoztatni fogjuk a BKL Kohászati Lapok olvasóit.

A projektről további információkat a projekt honlapján olvashatnak: www.forr-asz.uni-miskolc.hu

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt az Új-Magyarország Fejlesztési Terv keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Áttörésre készülnek Dunaújvárosban

Több mint 700 milliós kutatási program keretében vizsgálja két éven keresztül partnereivel a nagy teljesítőképességű szerkezeti anyagokat a **Dunaújvárosi Főiskola**. Az Új Széchenyi Terv támogatásával induló fejlesztés eredményeit a gépjárműgyártás mellett a hazai energiaellátás kulcsfontosságú létesítménye, a Paksi Atomerőmű is hasznosítani tudja. A remények szerint az együttműködés munkahelyeket teremthet, és a magyar mérnökök külföldi egyetemekre vándorlása is csökkenhet.

A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0027 kódjelű pályázattal az Európai Szociális Alap és Magyarország költségvetése társfinanszírozásával összesen 700.718.421 forintot nyert a Dunaújvárosi Főiskola. A projekt címe „Nagy teljesítőképességű szerkezeti anyagok kutatása”, amely kutatást és tudományos munkát a Dunaújvárosi Főiskola a Széchenyi István Egyetem (Győr) és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Non-profit Kft. (Miskolc) konzorciumi partnerekkel 2015. január 31-ig valósítja meg.

Bevezető

„Köztudott, hogy az emberiség az ezredfordulót követő évtizedben már a tudásalapú társadalom ill. gazdaság kihívásain keresztül keresi a hatékony válaszokat.

Hazánkban a gazdasági fejlődésnek – egyéb erőforrások híján – csak az innováció vezérelt modellje lehet eredményes.

A tudásnak erőforrásként való fel fogásával a felsőoktatási szféra szerepe felértékelődik a gazdaság dinamikussá tételének érdekében. Az egyetemek, főiskolák, kutatóintézetek és a profitorientált szféra közötti tudástranszfer a gazdasági fejlődés záloga!

Az egyetemek, főiskolák aktív szerepvállalásához azonban jelentős szemléletváltásra van szükség. A lineáris innovációs modell helyett a spirális, ún. „Triple Helix” modell szerinti működés a kívánatos, amely a felsőoktatás, a kormányzat és a gazdaság újszerű kapcsolatát írja le a tudásteremtés és -transzfer területén.

Csak az egyetemi/főiskolai – tudományos, a gazdasági szféra és a kormányzati szervek folyamatos, elmélyült kommunikációja biztosít-

hatja mindhárom szektor fejlődését.

A felsőoktatás küldetését az oktatás, kutatás és a társadalmi felelősségvállalás területén azok szinergikus egységében képes betölteni, amely a tudásteremtő, versenyképes régiók kialakításának elengedhetetlen feltétele.

Ennek szellemében indítjuk el a több mint két évig tartó TÁMOP-pályázat által támogatott kutatómunkát, együttműködve stratégiai partnereinkkel, az iparral és a tudományos élet képviselőivel.” (Dr. Kadocsa László stratégiai és kutatási rektorhelyettes)

Extrém szilárdságú acélok

Kutatásaink elsősorban az anyagok szerkezete és azok tulajdonságai közötti kapcsolatra koncentrálnak – beszélt lapunknak a részletekről Verő Balázs professzor, a Dunaújvárosi Főiskola egyetemi tanára. Mint folytatta, elsősorban az anyagtudomány legújabb eredményeire támaszkodva az anyagokban rejlő lehetőségeket szeretnék jobban kiaknázni, és a napjainkban egyelőre elképzelhetetlen tulajdonságeggyüttesű szerkezeti anyagok kifejlesztését megvalósítani. Magyaráztaképpen hozzátette: a kor

kihívásai megkövetelik, hogy az egész gyártási és megmunkálási folyamatra kiterjedjen a megújulás igénye.

A magyar gazdaság kitörési pontja az autóipar lehet. Az elmúlt években megvalósuló befektetések az Audi, az Opel vagy a Mercedes Benz részéről legalábbis ezt mutatják. A főiskola kutatásai is erre a területre kínálnak alternatívát.

Megfelelő technikával fémes anyagaink olyan állapotba hozhatók, amelyben a képlékeny hidegalakítás hatására sem a folyási határ, sem az anyag diszlokáció-sűrűsége tovább már nem változik, vagyis az anyag telített állapotba kerül – ismertette a kutatás egyik irányát Verő Balázs. A tervek szerint a nagyhőmérsékletű, többtengelyű kovácsolással végzett kísérletek ultrafinom szemcseméretű (~1 µm) ferrites szövetű acélok előállításának lehetőségeit fogják megalapozni. A Dunaújvárosi Főiskolán működő Gleeble 3800 típusú termomechanikus szimulátoron az acélok szokásos melegalakítási hőmérséklet-tartományában nagy alakváltozási sebességű és erőteljes alakítást biztosító műveletek hajthatók végre. Főleg erre a kísérleti technikára alapozva kívánjuk a nagy szilárdságú és jól alakítható lemezanyagok új generációjának kifejlesztését megalapozni.

A professzor szerint meghatározó lépést jelentene, ha ezekből az acélmínőségekből ultrafinom szemcse-szerkezetű, hidegen hengerelt szalagot is piacra lehetne vinni. Ehhez a fejlesztési feladathoz az interkritikus hőmérsékleten végzett hőkezelés és képlékeny alakítás közben lejátszódó folyamatokat kell megismerni, beleértve a kiinduló szövetszerkezet hatásának tisztázását is. Ez utóbbi témakörben a Dunaújvárosi Főiskola eredményes kísérleteket folytat az ún. léces martenzit képződésével, az ilyen szövetű acélok hidegalakítása, majd ezt követő lágyítása során lejátszódó folyamatok értelmezésével kapcsolatban, amelyeknek megismerése végül is ultrafinom szövetű acél lapostermékekhez vezethet – mutatott rá a kívánt célra Verő Balázs.

Verő Balázs tájékoztatása szerint az innovatív megoldással akár 20 százalék tömegcsökkenés érhető el

a gépkocsik karosszériájának tömegében. Amennyiben sikerül csökkenteni a tömeget, akkor nemcsak kevesebb anyagot kell felhasználnunk, de jóval kevesebb üzemanyagot fogyasztunk, ami a gépkocsinál kevesebb CO₂-kibocsátást is eredményez – sorolta a komplex folyamat előnyeit a főiskola tanára. A technológia elterjedését firtató felvetésünkre Verő úgy reagált: egy innovatív fejlesztés beépülési ideje a termelési kultúrába mindig bizonytalan, azonban a tudás mindig utat tör magának. Ugyanakkor pozitív példaként említette: az ISD Dunaferri Zrt. már most jelezte érdeklődését a fejlesztés iránt.

Üzemidőn túl

A kutatás másik iránya az atomerőmű technológiai rendszereiben alkalmazott szerkezeti anyagok tulajdonságainak az üzemi körülmények hatására történő megváltozásával, pontosabban károsodásával foglalkozik. Ismeretes, a Paksi Atomerőmű 1-es blokkjának tervezett 30 éves üzemideje az idei év végén jár le. *Trampus Péter*, a Dunaújvárosi Főiskola kutató professzora ezzel kapcsolatosan arra hívta fel a figyelmet, hogy az elmúlt évtizedekben világszerte megjelent az a törekvés, ami a meglévő erőművek továbbüzemeltetését tűzte ki célul. Véleménye szerint ez egy hatalmas kihívás a szakmának, hiszen az atomerőművek rendszereiben és berendezéseiben, így természetesen a nyomottvízes atomerőművekben (ilyen a paksi is – a szerk.) számos öregedési folyamat figyelhető meg. A professzor példaként a ferrites szerkezetű reaktortartály-acél gyorsneutron sugárzás okozta ridegését (sugárkárosodás), a ~300 °C hőmérsékletű tartós üzem hatására történő termikus öregedést (ferrites és ausztenites acéloknál), ausztenites acélok lokális (kristályszerkezeti) korrózióját és az indítások és leállások, illetve a terhelésváltozások okozta mechanikai és hőterhelések eredményeként bekövetkező kisciklusú fáradást említette.

A kutatómunka célja olyan, a korszerű anyagvizsgálati módszerekre épülő eljárások kidolgozása, amelyek közvetlenül vagy közvetve alkalmaz-

hatók az atomerőművi és más energetikai berendezések öregedésének a vizsgálataira és maradék élettartamuk meghatározására. *Trampus Péter* szerint a kapott eredmények hozzájárulnak a meglévő károsodási modellek érvényességének igazolásához a tényleges üzemi környezetre jellemző paraméterekkel, valamint új károsodási modellek megalkotásához.

Minél többet tudunk arról a folyamatról, ami a beépített anyagokban játszódik le működés közben, annál jobban tudjuk szűkíteni a bizonytalanságot a modellünkben, és annál jobban tudjuk megbecsülni az üzemidő hosszabbításának mértékét, ami kiemelkedően fontos biztonsági kérdése az üzemidő-hosszabbításnak – válaszolta a folyamat sarokpontjait a professzor. Mint folytatta, ultrahangos, mágneses és akusztikus emissziós eljárásokkal fogják követni az anyagok szerkezetében végbemenő károsodásokat. A roncsolásmentes kutatások során a fázisvezérelt technikát összekapcsolják a korszerű mechatronikai módszerekkel nyugvó fejmozgató mechanika kifejlesztésével, felhasználva a már megkezdett kutatásaikat, amelynek segítségével lényegében egy mélységi 3D átvilágítást (tomográfiát) fejlesztettek ki. Akusztikus emissziót a Gleeble szimulátoron végzett kísérletek, illetve szakító vizsgálatok közben fognak mérni. E mérések alapján szakértői bázist építenek fel, amelyben az események osztályozását ideghálózati módszerekkel végzik. A lokalizációs eredményeket a röntgen-tomográfiai felvételekkel ellenőrzik. A kutatómunka további részében szimulációs eszközökkel is jellemezni fogják az anyagszerkezetben lejátszódó károsodási folyamatokat, majd értékelik a különböző paraméterek hatását a szerkezeti integritásra. A roncsolásmentes vizsgálatot a CIVA-szoftver segítségével szimulálják. *Trampus Péter* reményei szerint a kutatás eredményei hozzá fognak járulni a Paksi Atomerőmű blokkjai biztonságos üzemeltetéséhez a további évtizedekben.

 **Janó Viktória**

NÉVJEGY



Beszélgetés Pálovits Pállal

A huszadik századi hazai fémkohászat egyik meghatározó ága, az alumíniumkohászat 2006-ban végleg megszűnt. Az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya ez évben egy emléktáblával kívánja megjelölni a hajdani Csepeli Alumíniumkohó üzemcsarnokát, a hazai alumíniumelektrolízis bölcsőjét. Erre készülve kerestem fel Pálovits Pál okleveles kohómérnököt, aki járt ebben az üzemben, és azt követően mindhárom hazai kohóban vezető műszaki beosztást töltött be.

Mielőtt rátérnénk beszélgetésünk fő témájára, egy kicsit visszalépnek egyetemi tanulmányaid idejére és helyére, Sopronba. Az akkori fémkohászati oktatásban milyen súlyt képviselt az alumínium elektrolízis, kik oktatták, milyen kitekintést adtak az akkori európai és világhelyzetre?

PP: Ez a technológia akkor még nagyon fiatal volt hazánkban, hiszen Csepelre az 1930-as évek elején vásárolták meg a norvégoktól a licenctet. Ennek ellenére az egyetemen tanították, különös tekintettel az elméleti-elektrokémiai vonatkozásait. A beszélgetésre készülve elővettem soproni indexemet, hát nem semmi az a névsor, akik minket a kohászati ismeretekre oktattak: Fémkohászatban – Széki János; Metallográfia – Dr. Verő József; Kohógéptan – Dr. Geleji Sándor; Elektrokémia – Dr. Proszta János; Kohászati elemzések – Dr. Romwalter Alfréd; Kémiai laboratóriumi gyakorlatok – Dr. Romwalter Alfréd. Ezek a professzorok és oktatók – annak ellenére, hogy alumínium-elektrolízissel kapcsolatos üzemi tapasztalatokkal nem rendelkeztek – a képviselt tudományág elméleti alapjait kiválóan oktatták. Nem volt kiemelt téma az elektrolízis, mégis felkeltette az érdeklődésünket. A vaskohászat egy kicsit túlsúlyban volt.

Mikor jártál a Csepeli Alumíniumkohóban, találkoztál ott Dr. Becker Ervinnel?

PP: Én már csak a II. világháború után, tanulmányi kiránduláson jártam a kohóban, a Fémműbe tett üzemeltetési részeként. Akkor ott a kisebb, 12 kA áramerősségű kádakból álló széria üzemelt. 1938-ban ugyanis a növekvő fémigények (háborús készülődés) miatt az eredeti, 12 kA-es, 1,32 m² anódszelvényű, önsülő anódú kádakat 24 kA-es, 2,86 m² anódszelvényű kádakra cserélték. Ezeket azonban az 1944. júliusi bombatámadás pusztítása után leszerelték és elszállították, így az ostrom utáni „újraélesztés” már ezekkel a kisebb kádakkal történt. Dr. Becker Ervinnel akkor nem találkoztunk az üzemben, annál többet azután a tatabányai és az inotai kohók építésénél és üzembe helyezésénél.

Mi lett az 1946 decemberében leállított üzem berendezéseivel?

PP: A még hasznosítható villamos és gépi berendezések, valamint a kohászati segédanyagok a Tatabányai Alumíniumkohóba, a háború előtt megkezdett masszagyár-létesítéshez vásárolt gépi berendezések pedig a Műszéntermelő Vállalathoz kerültek.

Hogyan emlékszel vissza az üzemcsarnokra, a munkakörülményekre, a csarnoki levegőre?

PP: Csukott redőnyök mellett nem volt elviselhetetlen a levegő a csarnokban, de kádkezeléskor bizony

füstöltek ezek a kis kádak is. Az elszívott gázokat egy vizes mosóban kezelték, majd a mosóvizet egy mézskőágyas medencén átengedve a Dunába vezették. A gépesítés kezdetleges volt, a kéregetőzés, csapolás embert próbálóan nehéz feladat volt.

Anódmassza-gyár sosem épült Magyarországon, bár Csepelen tervezték megvalósítását, megvásárolták a keverőberendezéseket, de azután nem valósult meg az üzem. Mennyire maradt ez mindvégig sebezhető pontja a hazai alumíniumkohászatnak?

PP: A gazdaságos fémtermelésnek alapfeltétele a jó és egyenletes minőségű anódmassza. Egy masszagyár létesítése viszont nagy beruházási költséggel jár, lassan térül meg, és kis kohókapacitások kiszolgálására alkalmas egységkapacitású csak kompromisszumok árán lettek volna elérhetőek. A múlt század '50-es éveinek béketábori „internacionalizmusa” is inkább az országok közötti együttműködés csatornájába terelte ezt a kérdést. Az egyenletes minőség biztosítása sokszor nehézségekbe ütközött, a „bérmunka” konstrukcióban gyártatott, és a későbbi három üzem különböző igényeit kielégítő massa időben történő rendelkezésre állása nem volt problémamentes, így viszont nem kellett masszagyárat építeni.

1948-ban – az egyetem befejezése

után – Tatabányára kerültél üzem-mérnöknek. Ott mennyire hasznosultak a csepeli tapasztalatok?

PP: Én már a cég 1948 márciusában történt államosítása után kerültem az üzemhez, amely akkor már az ALBART-hoz tartozott. Kolosy Ernővel együtt kerültünk Tatabányára, 1949-től Szakál Pál igazgatása és Gerencsér József főmérnöksége alatt tanultunk bele egyre jobban a szakmába. Tatabányán kezdetben a csepelivel azonos, 24 kA-es kádat üzemeltettük, de 1949-ben megkezdődött a 48 kA-es, 7,28 m² anódszelvényű, felsőtűskés kádak telepítése is. Ezek adaptálása, felszerelése, üzemeltetése nagy kihívás volt számunkra. Volt egy-két szakember a licencadó Elektrokemistől, de minket nem vittek betanulni vagy külföldi tanulmányútra, ez akkoriban nem volt divat.

1951-ben kerültél Inotára főmérnöknek, abban a korszakban, amikor egy nem megfelelő döntésnek komoly következményei lehettek. Hogy élted meg ezt a korszakot?

PP: Nehéz időszak volt. Az üzemzavarok elhárítása volt a legnagyobb probléma. Az áramellátás bizonytalan volt, ha a széria kikerült az egyensúlyi állapotából, azt követően rendkívül nehéz volt visszarendezni oda.

Az elég egyedülálló a hazai alumíniumkohászatban, hogy Te vagy az a műszaki vezető, aki mindhárom üzemben dolgoztál, így abszolút össze tudod a hármat hasonlítani. A három közül melyik volt műszakilag a legsikeresebb, a legproblémamentesebb?

PP: Az ajkai volt a legszerencsésebb, zárt kádkonstrukció, elfogadható munkakörülmények. A gépesítés a kádkezelés munkáját könnyítette. Ausztriai tapasztalatok alapján (Rhanshofen) oldottuk meg irányításommal. Jól kézben tartható, biztonságosan vezethető üzem volt. A kádszerkezethez való jobb hozzáférés miatt a felsőtűskés kádak jobban elterjedtek, de ezek alapvető nehézségeit, a csarnoki levegő kedvezőtlen állapotát nehezen lehetett javítani, a kádak burkolása szinte lehetetlen volt.



■ Pálovits Pál egyetemi tanulmányai megkezdésekor, 1944-ben

1954-ben áthelyeztek Ajkára. Mi volt ennek az oka? Gondolom nem önszántadból mentél?

PP: Az energiaellátási zavarok miatt rendszeres üzemzavaros állapot volt az inotai kohóban. A műszakilag nem megfelelő, bizonytalan üzemű egyenirányítók miatt az üzem leállítására is sor került. Szakál Pál volt az igazgató, én a főmérnök. Ahogy ma ezt pestiesen mondják: valakinek el kellett vinni a balhét. Szakál Pál főmérnök lett (aki akkor az egyik legismertebb hazai alumíniumkohászati szakember volt, családos), engem – mint legényembert – áthelyeztek Ajkára, ahol Szentiványi Gyula lett a főnököm.

A tanítvány címe és a tanár neve	Heti óraszám		A tanár a jelenkezeset igazolja a félév kezdetén	
	Elő-adás	Gya. korlat	aláírás	nap
Általános tanterv Dr. S. János	5	4	[Signature]	5/10
Metallográfia Dr. Verő József	3	4	[Signature]	
Kohógépészet I. Dr. Székely János	4	-	[Signature]	
Elektrotechnika Dr. Bront János	3	4	[Signature]	
Mohamut-alkalmazás Dr. Rommalkor Mihály	2	-	[Signature]	4/14
Kémiai labor. gyakorlatok Dr. Rommalkor Mihály	-	4	[Signature]	
Közgazdaságtan Lengyel Ferenc	4	-	[Signature]	
Lezártok				
1942-43 Technikai műhely Mihály József	2	-	[Signature]	

1941 FEB - 5
1941 FEB 10
1941 FEB 15
1941 FEB 20
1941 FEB 25
1941 FEB 30
1941 FEB 31
1941 FEB 1
1941 FEB 2
1941 FEB 3
1941 FEB 4
1941 FEB 5
1941 FEB 6
1941 FEB 7
1941 FEB 8
1941 FEB 9
1941 FEB 10
1941 FEB 11
1941 FEB 12
1941 FEB 13
1941 FEB 14
1941 FEB 15
1941 FEB 16
1941 FEB 17
1941 FEB 18
1941 FEB 19
1941 FEB 20
1941 FEB 21
1941 FEB 22
1941 FEB 23
1941 FEB 24
1941 FEB 25
1941 FEB 26
1941 FEB 27
1941 FEB 28
1941 FEB 29
1941 FEB 30
1941 FEB 31

■ Híres kohász professzorok aláírásai Pálovits Pál leckekönyvéből

A hazai alumíniumkohászat „nagy generációja” (Szakál Pál, Kolosi Ernő, Sejteri Vjekoszláv) – beleértve Téged is – szoros szakmai-emberi kapcsolatban vészelte át a legnehezebb időszakokat is. Ennek a soproni gyökerű kapcsolatrendszernek a progresszivitása mennyire hasznosulhatott a hazai alumíniumkohászat fejlődésében, fejlesztésében?

PP: Jó kapcsolatban voltunk, ha valakinek problémája volt, mindig segítséget kaphatott. Legyen az technológia probléma, egy gép vagy anyag kölcsönzése. Molnár Imre is Sopronban végzett, de sosem tartozott a klasszikus „kemény maghoz”.

Akkor, amikor már a Trösztnél (MAT, majd HUNGALU) az utolsó nagy nekibuzdulás folyt az elektrolyziskorszerűsítésére, ill. az ezredfordulóig történő életben tartására (kohórekonstrukciós program), mint területi főmérnök mennyire tartottad ezt életképesnek, vagy hosszabb távon eredményesnek?

PP: Jó és járható útnak tűnt, a munkakörülményeken mindenképpen változtatni kellett, mert a meglévő technológiák jellegéből fakadóan a fajlagos mutatók javításának és javulásának végül is ez esett áldozatul. Az anódméret növelésével arányosan romlottak a munkakörülmények, ezt mindenki látta!

A zászlóra – szinte jelszóként – akkor azt tűzte az iparirányítás, hogy mindez az alumíniumkohászat ezredfordulón túli fenntarthatósága miatt nélkülözhetetlen. Ez Inota esetében bejött, hiszen a rekonstrukció (gáztisztítás megvalósítása, ún. száraz anódmasszás technológia bevezetése, folyamat-szabályozás kiteljesítése) után 2006-ig működött az üzem. A másik két kohót azonban az ún. rendszerváltást követő években hetek alatt felszámolták, berendezéseit megsemmisítették. Milyen érzés volt ez számodra?

PP: Nem tartottam jó döntésnek. Különösen Ajka esetében. A komparatív előnyök (timföldgyár közelsége, elfogadható munkakörülmények és termelési jellemzők) is fennmaradása mellett szóltak, de a pillanatnyi érdek

a felszámolás mellett döntött. Kár volt, szó szerint!

Sokfelé jártál a világban. Melyik volt számodra az a korszerű alumíniumkohó, amely műszakilag a legnagyobb hatást tette Rád?

PP: Az osztrák – rhanshofeni – üzemet ismertem a legjobban, kiválóak voltak a munkakörülmények ott, sok itthon is megvalósítható tapasztalatot szereztünk, többet meg is valósítottunk belőle.

Volt egy nagy műszaki délibáb a múlt század nyolcvanas éveinek

elején, amit 100 kt-s új hazai alumíniumkohónak ismert a szakma. Annak mennyire láttad reálisnak a megvalósítását?

PP: A magyar energiaipar nem volt alkalmas háttér egy ilyen nagyszágrendű kapacitás biztonságos és gazdaságos üzemeltetéséhez. A beruházás megtérülésével kapcsolatban is voltak vitatott kérdések, és a pillanatnyi fémár (ami erősen hullámzott és időnként az egекbe tört) sem tette lehetővé a megalapozott döntést.

Végezetül még egy kérdés. Hogyan lettél kohómérnök? Miért

pont ezt a műszaki pályát választottad?

PP: Soproni lévén adott volt, hogy műszaki pályára menjek. Diákkoromban voltam üzemlátogatáson Csepelen, akkor megtetszett nekem ez az ipar, az ilyen jellegű munka. A bányamérnöki munka nem vonzott, mindig hallottunk a Sopron környéki bányák problémáiról. Inkább ismerősöktől hallottam erről a szakmáról, jó hírű egyetem volt a soproni. Büszke volt, aki oda járhatott.

Köszönöm szépen a beszélgetést! Jó erőt, egészséget!

Szablyár Péter

Hétköznapi visszapillantások

Az ember a nyugdíjas kor eléréssel megpróbálja bepótolni azokat a lelkiismeretét nyomasztó dolgokat, amelyekre évek óta nem volt ideje, csak halasztotta... halasztotta: „majd a nyugdíjba menetel után” – nyugtatja önmagát. Így jutottam el nem oly régen a tematizáltan rendszerezett könyvespolcaim rendbetételéhez. Meg is lepődtem, hogy az elmúlt évtizedekben megszűnt kohászati-öntészeti szakkönyvkiadás ellenére nem kevés témába vágó könyvvel rendelkezem. Igaz, jelen voltam az Aluterv-FKI, a Tatabányai Alumíniumkohó könyvtárainak felszámolásánál, de sikerült megszerezni könyveket Ajkán, és az Öntödei Múzeum könyvtárának selejtezésekor is. Nos e bevezető után a kezembe akadt legfőbb érdeklődési területem, az alumínium-hulladék-feldolgozás témakörének minden bizonnyal első hazai kiadványa. Úgy éreztem, hogy ezt meg kell osztanom a szakmával, mert a szóban forgó kötet 1951-ben jelent meg! Akkor, amikor mindössze egyéves volt a MÉH Vállalat, és tudtommal ez idő tájt települt Kőbányáról Apcra az ország sokáig egyetlen alumínium-hulladék-feldolgozó (szekunder ötvözetgyártó) üze-me, a Qualital. Meglepő ez az időbeli egybeesés, a könyvkiadás által az úttörőnek mondható tett, és az apci üzemindítás! Nem beszélve arról, hogy évtizedeket kellett még várni arra, hogy a

hazai alumíniumiparban más hulladékfeldolgozó is megjelenjen.

Essen végre szó konkrétan a könyvről: A szerző *dr. Domony András*, ismerősen csengő név, hisz nagy alumíniumipari múltjából elég legyen annyit kiemelni, hogy hosszú időn át a „Magyar Ezüst” c. szaklap főszerkesztője volt. A mű címe pedig „Alumíniumhulladékok feldolgozása”, a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadásában, a „A Nehézipar Könyvei” sorozat 50. köteteként. A kötet tartalmi boncolgatása előtt néhány szót a sorozatról: miután a hátsó borítón szerepel az előtte megjelent 49 kötet, szerzővel, címmel és a könyvek árával. Az 50 kötet szerzői a nevek alapján, a hét magyar szerzőt kivéve, csaknem mind szovjetunióbeliek. A tárgyi kötetet megelőzően a magyar szerzők közül négyen az olajbányászat, egy a geofizika és egy többszerzős kötet a TMK témakörében jelent meg. Ami a sorozat témáit illeti, az rendkívül széles, a kohászaton és öntészetén túl a bányászat, olajipar, gépkocsi- és traktorgyártás, nehézszerkezetgyártás, gép- és gépjárműjavítás, üzemgazdaságtan stb. is képviselve van. A kohászati-öntészeti területéről 11 kötet jelent meg, ebből öt öntészeti témájú, bár tartalmát tekintve az 50. kötet is ide sorolható. A többi szakterületileg teljesen szórt. Meglepő a Bessemerkemencéről megjelent kötet, ami

akkor már nemigen lehetett aktuális. Ami a kötetek árát illeti, rendkívül nagy a szórás: a 2,5 Ft-os kötetártól a csúcs 36 Ft-ig, amely egyébként a nyomásos öntéssel kapcsolatos.

Térjünk azonban vissza a „megtalált könyvhöz” ami címét tekintve úttörőnek mondható a hazai alumíniumiparban. A *Solti Márton* által lektorált 167 oldalas mű tartalmában nehezen hasonlítható össze az elmúlt 30 évben hasonló témakörben megjelent szakkönyvek tartalmával. Itt még nem esik szó a hulladékok fizikai előkészítéséről, hisz ezek a technológiák zömében az 1970 utáni évek termékei. Annál nagyobb részletességgel elemzi a beolvasztott hulladékok kohászati módszerekkel történő feldolgozását.

A könyv indító fejezete a hulladékok csoportosítása, mindössze néhány oldalban. Majd igencsak szűkszavúan bemutatja a gyártásközi hulladékokból, úgymond finomítási eljárások nélkül előállítható ötvözeteket, illetve ismerteti a könnyűfém hulladékok elemzési módszereit. Az ezt követő 40 oldal a könnyűfém hulladékok olvasztási technológiáiról szól, részletezve az olvasztásnál és öntésnél használatos kemencetípusokat. A fejezeten belül külön szó esik a forgács-, illetve a „nagyfelületű könnyűfémhulladékok (repülőgéproncsok)” feldolgozásáról. Valószínűleg a világháború maradékeként nagy tételben

jelentkező repülőroncsok adták meg a téma aktualitását, oly mértékben, hogy ebből könyv születhetett. Végül a kötet a több mint száz oldalon taglalt „Tisztító eljárások összehasonlítása” c. fő fejezettel zárt, melyet négy részre osztott. Hadd idézzem itt pontosan a négy alfejezet címét, mert az elmúlt évtizedek hasonló tematikájú szakkönyveiben ezeknek már a nyomát sem találjuk:

„I. Az oldott gázok és lebegő

nemfémesvegyületek eltávolítása az ötvözet összetételének megváltoztatása nélkül.

II. Egyes ötvöző alkatrészek eltávolítása olyan metalloidek segítségével, amelyek a szennyeződésekkel szemben nagyobb vegyrokonsággal rendelkeznek, mint az alumínium alapanyag.

III. Egyes szennyezőknek fémes ötvözőalkatrészek adagolásának segítségével történő eltávolítása.

IV. Könnyűfémötvözetek tűzfolyékony elektrolízis, desztilláció vagy szublimáció segítségével történő finomítása.”

A tartalomjegyzék utolsó, IV-es pontja 52 oldalt tesz ki. A teljes terjedelem csaknem egyharmadát.

Hát így változik a világ, változnak a gyártási technológiák...

 Hajnal János

■ EGYESÜLETI HÍREK

Emlékeztető az OMBKE 2013. március 26-án tartott választmányi üléséről

Jelen volt 14 fő választmányi tag és 11 fő tanácskozási joggal meghívott. Az ülés határozatképes volt.

Az OMBKE és a Bányavállalkozók Országos Egyesülete között tervezett együttműködési szerződés aláírása a rendkívüli időjárás miatt elmaradt. A szerződés aláírására egy következő ünnepélyes alkalommal kerül sor.

1. napirendi pont. Elnöki tájékoztató az előző választmányi ülés óta történt fontosabb eseményekről

Előadó: dr. Nagy Lajos elnök

– A küldöttgyűlésnek a szakmai múzeumokra vonatkozó határozata szellemében megkeresték *Németh Lászlóné* nemzeti fejlesztési minisztert, aki 2013. január 19-én fogadta az egyesület képviselőit: *dr. Lengyel Károly* főtisztát, *dr. Gagyi Pálffy András* ügyvezető igazgatót, *Bircher Erzsébetet*, a Központi Bányászati Múzeum igazgatóját és *Tóth Jánost*, a Magyar Olajipari Múzeum igazgatóját. A miniszter asszony meghallgatva a szakmai múzeumokról általunk vázolt képet és problémákat, arról tájékoztatott, hogy a szakmai múzeumok és gyűjtemények kérdését a kormány együtt kívánja kezelni a művészeti és egyéb gyűjtemények országos rendezésével, amelynek része a múzeumi negyed ügye is. Ekkor kerülhet sor a felügyeleték kérdésére

is. Javasoltuk, hogy az iparral kapcsolatos gyűjtemények egységes felügyeletét célszerűbb lenne ott intézni, ahová maga az ipar is tartozik.

– 2013. február 16-án a Borsodi Helyi Szervezet és az Öntészeti Szakosztály szervezésében tartották az egyesületi bált Lillafüreden. A résztvevők száma a korábbi évekhez képest kevesebb volt.

– 2013. március 15-én *dr. Tolnay Lajos* tiszteleti elnök és *dr. Gagyi Pálffy András* ügyvezető igazgató Kolozsvárott tárgyalt az EMT vezetőivel az eddigi együttműködés tapasztalatairól és a további feladatokról. A megújított együttműködési szerződést április 8-án, Besztercén tervezzük aláírni.

– A szakosztályok éves értékelő üléseit tartották: a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály 2013. január 28-án Budapesten, a Vaskohászati Szakosztály 2013. február 28-án Dunaújvárosban tartotta az éves értékelő ülését. 2013. március 22-én a fémkohászok Szakmai Napján Budapesten megemlékeztek *Soltész Istvánról*, az OMBKE volt elnökéről.

– Külön foglalkozni kell a szakmai utánpótlás kérdésével. Ezért a Miskolci Egyetemen április 19-én tartandó választmányi ülésen a fő téma a felsőfokú oktatás lesz.

– Hozzászólások, kiegészítések.

A témához hozzászólt *Götz Tibor*, *dr. Esztó Péter*, *Gergelyné Bobák Ka-*

talín, majd *dr. Lengyel Károly* főtisztár részletesen beszámolt a NFM-ben folytatott nyitott légkörű, jó hangulatú tárgyalásról.

2. napirendi pont. Beszámoló az OMBKE 2012. évi gazdálkodásáról

Előadó: dr. Gagyi Pálffy András ügyvezető igazgató

Felkért hozzászólók: *Boza István* könyvvizsgáló, *Szombatfalvy Rudolf*, az EB elnöke

Dr. Gagyi Pálffy András az írásos jelentést szóban foglalta össze.

– A 2012. évi célkitűzések megvalósultak, a bevételek és költségek egyensúlyban voltak. A mérleg szerinti eredmény 455 E Ft volt. A követelések 3711 E Ft-tal, a kötelezettségek 6824 E Ft-tal csökkentek.

– A befizetett egyéni tagdíjak összege a tagdíjmelés következtében 3480 E Ft többletbevételt eredményezett. Ugyanakkor a tagdíjbefizetési arány csak 87,7%-os volt.

– A támogatók közül kiemelte a MOL Nyrt.-t és a FÉMALK Zrt.-t. Nagy segítséget nyújtott az OMYA Hungaria Kft. és az ISD DUNAFERR Zrt., a lapkiadást a Miskolci Egyetem és a Dunaújvárosi Főiskola is támogatta.

– A személyi jövedelemadó 1%-ából származó bevétel csökkent.

V. 44/2013.03.26. határozat

„A választmány az egyesület 2012.

évi gazdálkodásáról szóló jelentést elfogadja.

A közhasznúsági jelentésről az Ellenőrző Bizottság véleményének meghallgatása után a soron következő választmányi ülésen dönt.”

3. napirendi pont. Az OMBKE 2013. évi gazdálkodási terve

Előadó: Dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgató

A terv a bevételek és a költségek egyensúlyát irányozza elő. Felhívta a figyelmet arra, hogy a bevételek akkor realizálhatók, ha a szakosztályok különös súlyt fektetnek a pártoló tagok megnyerésére.

Katkó Károly kérdésére válaszolva dr. Gagyai Pálffy András arról adott tájékoztatást, hogy az új civil törvény és az egyesület alapszabálya szerint az OMBKE-nek nincs ún. „jogi tagja”. Több mint két jogi tag esetén az egyesületet szövetségnek kellene minősíteni. Az egyesületnek „egyéni tagjai” és „pártoló tagjai” vannak. A pártoló tag lehet magánszemély vagy jogi személy. Az alapszabályunk szerint tehát az OMBKE-nek „pártoló jogi tagjai” vannak. Ez a kifejezés szerepel a pártoló jogi tagságot rögzítő szerződésekben. A pártoló jogi tag támogathatja az egyesületet pártoló jogi tagsági díj fizetésével, valamilyen meghatározott cél támo-

gatására történt befizetéssel (ezekre az egyesület számlát bocsát ki) és adománnyal (erre az egyesület igazolást ad).

V. 45/2013.03.26. határozat

„A választmány az egyesület 2013. évi gazdálkodási tervét elfogadja.”

4. napirendi pont. Javaslat a 2013. évi kitüntetések adományozására

Több szakosztálytól nem érkezett értékelhető javaslat a kitüntetésekre, ezért a választmány egyhangú véleménye alapján a napirendet a következő ülésre halasztották.

5. napirendi pont. Javaslat az OMBKE Alapszabályának módosítására

Előadó: Dr. Esztó Péter, az Alapszabály Bizottság elnöke

Dr. Esztó Péter tájékoztatta a választmányt, hogy az új civil törvényhez kapcsolódó jogszabályok miatt módosítani kell az alapszabály szövegét. A módosítások nem változtatják meg az eddigi gyakorlatot, de követni kell a törvény által előírt szóhasználatot. A módosított alapszabály fogja tartalmazni a választási ciklusra a választmány által korábban elfogadott módosításokat.

V. 46/2013.03.26. határozat

„Választmány elfogadja az Alapszabály Bizottság elnökének az alapszabály módosítására vonatkozó jelentését.

A közhasznú egyesületek alapszabályának szövegére a civil törvény és KIM rendelet által kötelező jelleggel előírtakat az alapszabályon átvezetve kell a 103. küldöttgyűlés elé terjeszteni.

A választmány egyetért azzal, hogy a módosítás alkalmával a közhasznúság hangsúlyozása érdekében rögzítésre kerüljenek az alapszabályban az egyesület tradicionális jellegét bemutató információk.

Az ismertetett módosítások szövegéhez egy héten belül várja az Alapszabály Bizottság a szövegszerű észrevételeket.

Az Alapszabály Bizottság a soron következő választmányi ülésre ezen határozat alapján nyújtsa be a küldöttgyűlés elé terjesztendő szövegtervezetet.”

6. napirendi pont. Egyebek

A választmányi ülés végén dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgatót köszöntötte 70. születésnapja alkalmából dr. Nagy Lajos elnök.

Az emlékeztető dr. Gagyai Pálffy András ügyvezető igazgató jegyzőkönyve alapján készült

Tájékoztató az OMBKE Vaskohászati Szakosztály összevont beszámoló taggyűléséről

A Vaskohászati Szakosztály 2013. február 28-án tartotta megszokott éves beszámoló taggyűlését a Dunaújvárosi Kereskedelmi- és Iparkamara konferenciatermében. Hajnal Attila üdvözlő szavai után a helyi szervezetek vezetői értékelték a 2012. évi egyesületi munkát.

Dr. Gagyai Pálffy András, egyesületünk ügyvezetője hozzászólásában elismerését fejezte ki szakosztályunk munkájával kapcsolatban. Tájékoztatást adott az előttünk álló feladatok-

ról és az éves központi rendezvényekről, kiemelve az éves küldött közgyűlést és a Kassai Knappentagot. Felhívta a helyi szervezetek vezetőinek figyelmét arra, hogy azokon a területeken, ahol más szakosztályok is működnek, több közös programot lehetne szervezni.

Dr. Tardy Pál, egyesületünk exelnöke, az iparpolitikai bizottság munkájáról tájékoztatót, és sürgette a kohászat védelmét szolgáló ajánlás elkészítését a kormányzat és az EU

illetékesei felé.

Lukács Péter PhD, az MVAE elnöke javasolta a kohászati termékeket felhasználó ipar vezetőivel közös konferencia szervezését, amelyet az MVAE tudna koordinálni.

Ezt követően a szakosztály helyi szervezeteinek vezetői a 2013. évi terveikről adtak tájékoztatást.

A taggyűlést fogadás zárta, a dunaújvárosi helyi szervezet meghívására.


B.P.

Jubileumi technikus találkozó augusztusban

A dunaújvárosi Kerpely Antal Technikum jubileumi ünnepségéhez már a Facebook internetes közösségi oldalon is lehet csatlakozni – adta hírül Szaksz Ferenc, a programot szervező emlékbizottság tagja. Az előkészületek már tavaly megkezdődtek, s egyre nagyobb intenzitással szerveződik az augusztus 20-i eseményekhez csatolt jubileumi technikus találkozó. Az időpont is tisztázódott, augusztus 19-én, hétfőn délben tizenével várják a főiskolai parkba gyülekező egykori diákokat és meghívottakat, hogy a köszöntőbeszédet követően az iskola alapító igazgatója, Avas Mihály bronzba öntött portréját felavassák a főépület aulájában. A tervek szerint 14.30-tól kezdődik a főiskola rendezvénycsarnokában az emlékülés, a Kerpely Antal Kohó- és Gépipari Technikum alapításának 60. évfordulója tiszteletére. A délután további részében többek között városnézés szerepel a programban. A selmeci hagyományok szelleméhez hűen 19 órától nosztalgia szakestéllyel engednek teret a jókedvűek az intézmény valamikori diákjai a Campus Étteremben.

A technikum 19 éves működése alatt – 1953-tól 1972-ig – nappali, esti és levelező tagozaton összesen 1514 kohász-, öntő- és gépésztchnikus végzett. Ezek a fiatalok az

ország minden részében technikusként, vagy továbbtanulva, mérnök-ként öregbítették az iskola és Dunaújváros jó hírét. A találkozó megszervezésére emlékbizottságot hoztak létre, melynek elnöke *Andrási Miklós*, titkára *Nyíri Miklós*. Tagjai: *Szabó Gyuláné Sánta Anikó, dr. Hanák János, dr. Farkas Péter, Szaksz Ferenc, Budai János*. Az esemény fővédnökeinek a Dunaújvárosi Főiskola rektorát, valamint Dunaújváros Megyei Jogú Város polgármesterét kérték fel. A főiskola alapítványa, a Dunaújváros Felsőoktatásáért Alapítvány bankszámlájára gyűjtik a támogatásokat. A rendezvény ideje alatt az intézmény területét és eszközeit használhatják. A jeles alkalomra DVD készül, az adathordozóra kerülnek fel a technikumi élet történései, főbb eseményei. Akik részt vesznek az augusztus 19-i ünnepségen, az élményeken túl emléklappal térnek haza.

Bővebb felvilágosításért Nyíri Miklóshoz lehet fordulni. Elérhetőségei a 06/30/2974199-es mobiltelefonszám, illetve a nyiri.miklos7@chello.hu e-mail cím. A Facebookon a „Technikusok Dunaújváros” oldalon szerveződünk – mondta Szaksz Ferenc, az oldal létrehozója, aki 1963 és 1967 között maga is a Kerpely Antal Kohóipari Technikum kohász tagozatán tanult.  **Szente Tünde**

Részlet a dunaújvárosi 24. sz. Kerpely Antal Kohó- és Gépipari Technikum Történeti Évkönyvéből (1951/52–1971/72), Dunaújváros, 1972.

Összeállította és az iskolatörténetet írta: Gábor Iván

„Diósgyőrből is hoztak osztályokat

1953. szeptember 3-án a Kohó- és Gépipari Minisztérium által alapított iskolában hét nappali és öt esti tagozatos osztállyal megindul az oktatás. Az új iskolában az első iskolaév kezdetén az épületben még folyik az építkezés. Az ajtók és az ablakok még hiányosak, s az épületet még tavasszal is állványozás veszi körül. A fiú diákokthon egyelőre a tanépület II. emeletén, a leányrészlég pedig a közeli bérház III. emeletén nyer elhelyezést. Az épületben működik a konyha és az étterem is. Már az indulásnál súlyos problémaként jelentkezik a tanműhely hiánya.

A 24. sz. Kohászati Technikum első igazgatója, Avas Mihály kohómérnök, igazgatóhelyettes Póda Béla tanár, aki egyúttal az esti tagozat vezetője. A három első osztályt Sztálinvárosból iskolázzák be, egy második, egy harmadik és két negyedik osztályt Diósgyőrből hoznak át.”

MEGHÍVÓ

az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 2013. május 24-én, pénteken 10:00 órakor kezdődő

103. KÜLDÖTTGYŰLÉSÉRE

Helyszín: Magyar Földtani és Geofizikai Intézet díszterme Budapest XIV., Stefánia u. 14. II. emelet

NAPIREND

Himnusz
Elnöki megnyitó
Köszöntések
A Választmány beszámolója, közhasznúsági jelentés
Az Ellenőrző Bizottság jelentése
Megemlékezés gróf széki Teleki Gézáról,
az OMBKE alapító elnökéről
A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet tevékenysége
Tiszteleti tagok választása

SZÜNETHET

Az Alapszabály Bizottság javaslata
Hozzászólások, indítványok
Kitüntetések átadása
Határozatok
Elnöki zárás
Bányász-, kohász- és erdészhimnusz

az OMBKE választmánya

2013. július 6–7-én tartja XX. Szigetközi Szakmai Nap rendezvényét

Dunakilitin, a Diamant Hotelben.

A jubileumi rendezvény július 6-án, szombaton délelőtt gyárlátogatással kezdődik, majd Mosonmagyaróvár polgármestere hivatalában fogadja a résztvevőket.

Délután szakmai témájú előadások hangzanak el.

Este, a vacsora után kerül sor a hagyományos szakestélyre.

Július 7-én, vasárnap délelőtt fakultatív programokon vehetnek részt az érdeklődők.

A rendezvény részletes programját, a meghívóval és jelentkezési lappal április végén minden érdeklődő megkapja.

Mindenkit szeretettel várnak a szervezők!

Katkó Károly, az Öntészeti Szakosztály elnöke

■ KÖSZÖNTÉSEK

Tisztelt Olvasók, tisztelt Tagtársak!

2012-ben úgy döntöttünk, hogy minden 70 év feletti, kerek születésnapot ünneplő tagtársunkat nevük felsorolásával a lapban köszönteni fogjuk.

A 70. évet ebben az évben betöltő tagtársainknak, akiket először köszönhetünk ezen a módon, felkérő levelet küldtünk, hogy nekik a korábbi gyakorlat szerint rövid életútjuk és fényképük közlésével gratulálhassunk.

Természetesen továbbra is lehetőséget adunk arra, hogy a szakosztályok vezetősége és a lapba író szerzők a nevezetes születésnapot ünneplő tagtársaink köszöntését interjú formájában megörökíthessék.

Balázs Tamás felelős szerkesztő

2013-ban jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés, boldog évet kívánunk!

90. születésnapját ünnepli

<i>Bánky Gyula</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Buzánszky Albin</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Mydlo Antal</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Nagy Zoltán</i>	Vaskohászati Szakosztály

85. születésnapját ünnepli

<i>Belicza Ádám</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Gál Zoltán</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Györgyey Illés</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Dr. Horváth Dezső</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Dr. Kálmán Sándor</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Koch Róbert</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Széky Miklós</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Szilágyi Imre</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Tóth Ferenc</i>	Fémkohászati Szakosztály
<i>Zachár László</i>	Fémkohászati Szakosztály

80. születésnapját ünnepli

<i>Berényi József</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Dr. Bódi Dezső</i>	Fémkohászati Szakosztály
<i>Boros Árpád</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Czakó Lajos</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Dallos József</i>	Vaskohászati Szakosztály

<i>Dr. Herendi Rezső</i>
<i>Horváth Csaba</i>
<i>Jung János</i>
<i>Kováts Jenő</i>
<i>Mattyasovszky Miklós</i>
<i>Dr. Mezei József</i>
<i>Mikus Károlyné</i>
<i>Salakta István</i>
<i>Sebők Mihály</i>
<i>Sótér Árpádné</i>
<i>Szabó István</i>
<i>Tarsoly Sándor</i>
<i>Tóth Ferenc</i>

75. születésnapját ünnepli

<i>Dolák István</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Dömötör Zsolt</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Jakab István</i>	Fémkohászati Szakosztály
<i>Karkalik János</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Mühl Nándor</i>	Öntészeti Szakosztály
<i>Németh József</i>	Fémkohászati Szakosztály
<i>Dr. Takács István</i>	Vaskohászati Szakosztály
<i>Wenzel Péter</i>	Vaskohászati Szakosztály

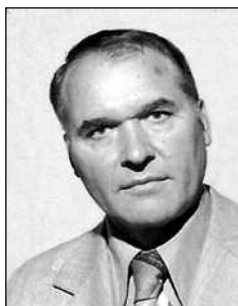
Vaskohászati Szakosztály
Fémkohászati Szakosztály
Vaskohászati Szakosztály
Vaskohászati Szakosztály
Öntészeti Szakosztály
Vaskohászati Szakosztály
Öntészeti Szakosztály
Fémkohászati Szakosztály
Vaskohászati Szakosztály
Fémkohászati Szakosztály
Öntészeti Szakosztály

70. születésnapját ünnepli

Bak János	Vaskohászati Szakosztály	Dr. Kovács Tibor	Öntészeti Szakosztály
Bodolai József	Öntészeti Szakosztály	Kuczogi Gyula	Öntészeti Szakosztály
Clement Andor	Vaskohászati Szakosztály	Rábaköziné Kozáry Mária	Fémkohászati Szakosztály
Czupiné Fejes Katalin	Fémkohászati Szakosztály	Sipos István	Öntészeti Szakosztály
Dávid László	Fémkohászati Szakosztály	Stokker Kálmán	Öntészeti Szakosztály
Einwachter Imre	Fémkohászati Szakosztály	Dr. Szabó István	Vaskohászati Szakosztály
Dr. Hajnal Tamara	Fémkohászati Szakosztály	Szauter Ferenc	Fémkohászati Szakosztály
Ináncsi István	Fémkohászati Szakosztály	Szekeres István	Vaskohászati Szakosztály
Jakab Sándor	Vaskohászati Szakosztály	Verbó Géza	Vaskohászati Szakosztály
Kiss Sándor	Vaskohászati Szakosztály	Zámbó István	Vaskohászati Szakosztály

■ NEKROLÓGOK

Vitányi Pál 1927–2012



Fájdalommal értesültünk a szomorú hírről, hogy Vitányi Pál okl. kohómérnök kollégánk 85. születésnapja után – türelmesen viselt hosszú betegségben – 2012. november 26-án meghalt.

1927-ben született a tokaj-hegyaljai Makkoshotykán. Munka mellett az Újpesti Könyves Kálmán Gimnázium esti tagozatán érettségizett 1951-ben. Korán felfigyeltek a tehetséges fiatalemberre, és 1949-ben export és béréllenőrzési előadóként a Könnyűipari Minisztériumban alkalmazták.

1951-ben jelentkezett a budapesti Műszaki Egyetem gépészmérnöki karára, és sikeres felvételi vizsgáját követően átirányították a moszkvai Színesfém- és Arany Intézethez, ahol 1957-ben kitűnő eredménnyel szerezte meg kohómérnöki oklevelét.

Hazatérve a Kőbányai Alumíniumgyárban alkalmazták művezetőként, majd 1958-tól a Csepel Művek Fémmű formaöntődjében dolgozott részlegvezetőként. Itt jelentős eredményeket ért el az öntészeti ötvözetek energia- és fémtakarékos gyártásának bevezetésével.

1969-ben az apci Qualital Vállalathoz nevezték ki műszaki igazgatónak. Itt kettős feladata volt: a budapesti, Jászberényi úti meg-

szüntetésre ítélt üzem kitelepítése és az Apcon megkezdett fejlesztések befejezése. A létrehozott új öntőde évi kapacitása 25 000 tonna, ebből 5 000 tonna a formaöntvény és alumíniumdara, a többi öntészeti tömb. Nevéhez fűződik az ellennyomásos öntvénygyártás bevezetése és az első fémadagolók üzembeállítása, valamint a nyomásos öntőde rekonstrukciója modern olajhidraulikus gépekkel.

1979-től az Aluterv-FKI-ben dolgozott, ahol az igazgató műszaki-gazdasági tanácsadója volt nyugdíjba vonulásáig.

Orosz és angol nyelvismeretét jól kamatoztatta a szakmai életben.

Műszaki tevékenysége mellett sikerült Apcon felpezsdíteni a egyesületi életet. Egyesületünknek 1959 óta volt tagja. Két cikluson át a helyi szervezet elnöke, ezt követően, 1986-tól a fémöntő szakcsoport alelnöke volt.

Temetése 2012. december 9-én volt a Boldog Teréz Anya Keresztény Közösség Bródy Sándor utcai kápolnájában.

Pali Bátyám, emléked megőrizve kívánunk utolsó

Jó szerencsét!

 Fogarasi Béla

Marosváry (Mikulecz) László 1918–2012



Szomorú szívvel vettük tudomásul, hogy a diósgyőri kohászati jeles szakembere, Marosváry László vasokleveles kohómérnök, a gyár Hengermű gyáregységének nyugalmazott vezetője, egyesületünk aktív tagja életének 95. évében 2012. november 7-én elhunyt.

Marosváry (Mikulecz) László 1918. szeptember 26-án Ózdon egy többgenerációs hengerész családba született. Anyai dédapja, Stehlik Ferenc, és nagyapja, Obholczer Adolf a diósgyőri hengermű vezetői voltak. Édesapja, Mikulecz István hengerfőmester volt a Rimamurány–Salgótarjáni Vasmű Rt. ózdi finomhengerművében.

Az egri Ciszterci Szent Bernát Gimnáziumban érettségizett, majd 1936-ban beiratkozott a Magyar Királyi József Nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Kohómérnöki Karára Sopronba, amit 1941 februárjában fejezett be. Egyetemi éve alatt szolgálatot teljesített a soproni egyetemistákból és a város ifjúságából felállított VI. lövészsorozatban.

A diploma megszerzése után a Rimamurány–Salgótarjáni Rt. ózdi gyárába nyert felvételt, de hamarosan katonai szolgálatra kellett jelentkeznie. A tiszti tanfolyamok elvégzését követően 1944 szeptemberéig a Központi Átvételi Bizottság diósgyőrvasgyári kirendeltségén dolgozott.

Ózdi munkássága a katonaevek után a Durvahengerműben kezdődött, majd 1946-tól a Finomhengerműben folytatódott, ahol az üzem hiányzó gyártástechnológiáját készítette el, és részt vett a drótsor korszerűsítő munkáiban.

A Diósgyőri Vasgyárba történő áthelyezésekor a Durvahengermű üzem vezetésével bízták meg. S bár volt egy közel kétéves időszak, amikor a művek termelési osztályának volt a vezetője, szakmai útja mindig visszakanyarodott a hengerlés szakterületére, és mint a Hengermű gyáregység vezetője ment nyugdíjba 1978. október 13-án.

Küzdelmes, kihívásokkal teli 30 év volt, amit eltöltött a diósgyőri henger-

művek élén. Erre az időszakra esett a Középhengermű megépítése, a durva lemezsor kitelepitése, a Durvahengermű rekonstrukciója és a Nemesacél-hengermű létesítése középszerű és finomsorral. A technikai fejlesztések és a technológiai korszerűsítés eredményeként a blokkos öntecsbe-téte az 1948. évi közel 200 ezer tonnáról több mint ötszörösére, a henger-műveket elhagyó készáru mennyisége 102 ezer tonnáról 800 ezer tonnára növekedett.

Szakmai tudását felhasználva számos nemzetközi bizottság munkáját segítette, illetve hazai konferenciákon, szakkikkekben adta át tapasztalatait.

Egyesületünknek 1949-től volt a tagja, de az egyesületi életbe már 1941-től tevékenyen bekapcsolódott. Több éven keresztül a Vaskohászati Szakosztály vezetőségében, és a Történelmi Bizottságban segítette az egyesület munkáját.

Nyugdíjazását követően sem szakadt el a szakmától. Hat éves kutatómunkáját „A Diósgyőri Hengerművek története” és a „100 éves a diósgyőri gerendásor” című könyvekben öszszegezte.

Marosváry László kiváló, nagy tudású kohászember volt. Munka Érdemrend, Kiváló Kohász és több Kiváló Dolgozó kitüntetéssel ismerték el munkásságát. De nem csak magas szinten művelte a szakmát, a környezetében lévő fiatalokat is nevelte, szakmai beilleszkedésüket segítette. Vezető és beosztott munkatársai kivételes emberi tulajdonságai miatt szerették. Társaságában lenni feledhetetlen élményt jelentett, kifogyhatatlan volt a gyári történetekből.

2012 szeptemberében egy teljes, szép emberi élet tudatában aludt el örökre. Hamvait szűk családi körben, a soproni új Szent Mihály-temetőben felesége mellé, a Kinitzky család sírboltjában helyezték el.

Emlékét megőrizve a kohász barátok nevében kíván utolsó

Jó szerencsét!

 Dr. Nyitray Dániel

Mokri Pál

1926–2013



2013. január 30. Szomorú, szürke gyülekezet, többnyire idős asszonyok és férfiak. Hallgat a reménytelenség, jövőtlenség.

Elment Ő is, mintegy követve a tudásunkkal, szorgalmunkkal, erővel, verejtékkel felépített jelenünk és jövőnk, a kohók, kemencék, hengerek, a büszke kémények romba döntését.

Itt vagyunk mi, már csak kevesen, mindazok, akik gyermekeinkre, unokáinkra hagyományozhatnánk rögzös iparos, kohász, bányász múltunkat, szokásainkat, kultúránkat, emlékeinket. Tehetnénk ezt ma még szóval, példamutatással, büszkén vállalva hagyományaink utolsó élő gyökereit. E jövőtlen gyászolókat egyre inkább elsodorja a kitalált, „új hagyományok, hagyományteremtések” gyökértelen áramlata. (Vajon ezek is a Rákosi Mátyás és Kádár János alkotta hagyományok sorsára jutnak?)

Elment Ő, gyermekkori legkedvesebb pajtásom, később közös munkánkban a mindenkor alkotó, segítő kollegám. Aki szüntelenül büszkén vállalta saját és felmenői alkotó kohász múltját, és szeretettel adta tovább ebbéli emlékeit, tudását.

Hiányozni fogsz!

Mi még orrunkban érezzük szagát, szánkban az ízét a gyár levegőjének, a bűzös gázoknak. Halljuk fülünkben a gépek zaját, szemünkben látjuk az üzemek forogtatását, a folyékony acél szikrázó fényét, a kemencék lángjának villódzását. Bőrünkön érezzük forróságát. Ismerjük, tudjuk, mily ijesztő ez azok számára, akik ilyent még nem láttak, tapasztaltak. Ez volt számunkra az élet, a munka, a hivatás. Család-

jaink, gyermekeink számára a szilárd megélhetés, a jelenünk, a jövőnk. Éltünk abban a büszke tudatban, hogy munkánk része hazánk gyarapodásának, mindazon alkotásoknak, ahol vasra, acélra szükség volt, és benne lesz mindabban, amihez a jövőben acélra lesz szükség. De benne van a Nilus hídjában, Bécs földalattijában és sok más alkotásban szerte a világban.

Emlékezzünk:

„Zúzzad az ércet, nemesítsd a fémét, kell ez a Honnak te derék kohász”. Hát nem kell, nincs rá szükség! Ami emlékünkből még megmaradt, azt is elvették, szét-hordták. Már késő most ráébredni, mily szegény lett, mit veszített ez a város. Gyökértelenek lesznek gyermekeink, unokáink, ha teljesen elvesztik múltjukat, és nem lesz mire büszkének lenniük. Nem tudnak mesélni gyermekeiknek apáik, felmenőik munkájáról, küzdelméről, sikereiről, nem lesznek emlékeik.

Szeretett, becsült kohász barátunk, kollégánk emlékére fogadjuk meg, hogy ápoljuk, megőrizzük, tovább hagyományozzuk Ózd város kohász emlékeit, kultúráját. Ez talán az utolsó lehetőség arra, hogy maradjanak élő gyökerei emlékeinknek, amelyekre mégis majd büszkének lehetnek e nehéz sorsú város polgárai.

Barczi László

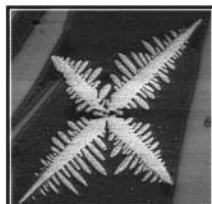
Mokri Pál 2013. január 26-án, otthonában hunyt el, 87. életéve betöltését követően. Temetése Ózdon, a Gyári temetőben volt, 2013. január 30-án. Életrajzi adatait 85. születésnapja alkalmából lapunk 2012/1. számában közöltük.

Kovács Dezső aranyokleveles kohómérnök, gazdasági mérnök 2012. november 19-én, életének 82. évében hosszú betegség után elhunyt. Temetése 2012. november 30-án volt a miskolci Mindszenti temetőben. Életrajzi adatait 80. születésnapja alkalmából 2012/1. számunkban közöltük.

Balázs Zoltán kohómérnök hosszan tartó, súlyos betegség után 2013. február 5-én, 68 éves korában elhunyt. Mindvégig a Salgótarjáni Acélárugyárban dolgozott, s mintegy 33 évig volt tagja az OMBKE-nek.



<http://www.oatk.hu>



A konferencia célja

A kilencedik anyagtudományi konferencia megrendezésének alapvető célja, hogy a fémekkel és ötvözetekkel, félvezetőkkel, kerámiákkal és szilikátokkal, polimerekkel és kompozitokkal foglalkozó szakemberek és kutatócsoportok lehetőséget kapjanak integráló kapcsolatok létesítésére és kutatás-fejlesztési eredményeik közreadására és cseréjére.

A konferencián kiemelt hangsúlyt kapnak a szélesebb körben használható, emberközpontú anyagok és emberkímélő technológiák kifejlesztését szolgáló eljárások, az anyaginformatika és a modellezés eredményei és alkalmazásai.

A konferencia témakörei

- Klasszikus anyagok és technológiák
- Speciális anyagok és technológiák
- Korszerű anyagkutatási és -vizsgálati módszerek
- Modellezés és anyaginformatika
- Innovatív termékek és technológiák

Kiállítás

A konferenciához kapcsolódó kiállításon lehetőséget kívánunk adni azon cégek számára, amelyek anyagvizsgálattal, anyaginformatikával, laborszakosításokkal és -berendezések gyártásával és forgalmazásával, a témához kapcsolódó folyóiratok, szakkönyvek szerkesztésével és kiadásával foglalkoznak.

Célunk, hogy a résztvevők az anyagtudomány minden területét átfogó információhoz jussanak a magyarországi lehetőségekről, kiállítóink pedig bemutathassák termékeiket és tevékenységüket leendő partnereiknek.

Határidők

- **2013. április 30.** – Előadók jelentkezése, absztraktok beküldése
- **2013. június 15.** – Értesítés kiküldése az elfogadott előadásokról
- **2013. augusztus 31.** – Kedvezményes részvételi díj befizetése
- **2013. szeptember 30.** – Résztvevők jelentkezése
- **2014. január 15.** – Teljes cikkek leadása a TTP kötetbe

Előzetes program

Dátum	Október 13.	Október 14.	Október 15.
Délelőtt		plenáris előadások, szekció előadások	szekció előadások
Délután	érkezés, regisztráció	poszter szekció, short oral előadások, kerekasztal- beszélgetés	szekció előadások, a konferencia zárása, elutazás
Este	nyitófogadás	bankett	

A poszter szekció és a kiállítás a konferencia egész ideje alatt látogatható

A konferencia helyszíne



Telekom Hotel Balatonkenese
8174 Balatonkenese, Parti sétány 51.

Szervező iroda

Diamond Congress Kft.
1015 Budapest, Csalogány u. 28.
Tel.: 06 1 214 77 01,
Fax: 06 1 201 26 80
diamond@diamond-congress.hu

Konferencia titkárság

Kónya Ildikó - titkár
2400 Dunaújváros,
Október 23. tér 9. 6/2.
Tel: 06 30 504 5818
E-mail:
oatk@oatk.hu

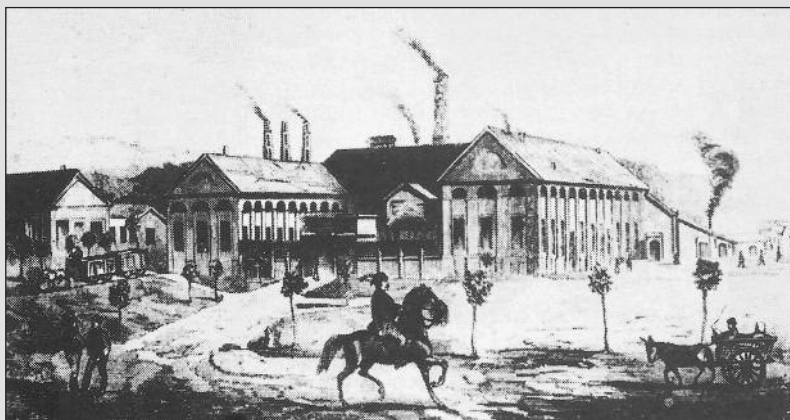
Bővebb információért és az on-line regisztráció elvégzéséhez kérjük, látogassa meg a konferencia honlapját.

<http://www.oatk.hu>

Szemelvények kohászatunk múltjából

A Murányi Uniótól a Rimamurány–Salgótarjáni Vasmű Rt.-ig

A Murányi Uniót *Sturman Márton* 1808-ban hozta létre a Nagyrőce térségében lévő vasművek és -bányák hatékonyabb működtetésére. (A *Sturman* család tagjai már a 17. századi forrásokban feltűnnek mint Murány-völgyi vashámorosok.) Az unióba a részvényesek apporttal léptek be. Az induláskor a társaság vagyona 2 nagyolvasztóból, 4 bucakemencéből, 12 frissítő-, 8 nyújtó- és egy szerhámorból, továbbá bányákból és erdőhasználati jogokból állt. A 19. század közepén már négy nagyolvasztó dolgozott, a bucakemencéket leállították, a nyersvastermelés évi 62 ezer bécsi mázsa volt.



Az ózdi vasgyár 1864-ben

Sturman Márton 1810-ben egy másik vasgyártó társaságot is létrehozott, a Rimai Coalitiót. Ennek alapítói földbirtokosok voltak, a Rima völgyében fekvő vasgyártó telepek vásárlás útján kerültek a társaság tulajdonába: egy-egy nagyolvasztó *Nyustyán* és *Rimabrézón*, 8 frissítő-, 4 nyújtó- és egy szerhámor. A vasbányák a Vashegyen voltak. *Nyustyán* 1830-ban már két nagyolvasztó működött, a rimabrézóiit viszont lebontották. 1847-ben a nyersvastermelés meghaladta a 30 ezer mázsát. A Coalitióknak hosszabb időn át *Sturman Márton* volt az elnöke, 1843–48-ig pedig a *Selmecen* végzett *Rombauer Tivadar*.

Rombauer szorgalmazta egy nagy „vasfinomító”, azaz acélgár létrehozását. Erre a célra alakult meg 1845-ben Rimaszombatban a Gömöri Vasművelő Egyesület. A részvények kétötödét a Murányi Unió és a Rimai Coalitio jegyezte, a többit pedig magánosok és két mezőváros. A gyártelephez Ózdon 20 hold területet vásároltak. A kísérleti termelést 9 kavaró-, 4 hegesztőkemencével, 2 kalapáccsal és 4 hengersorral 1848 februárjában kezdték el, de a folyamatos üzem csak a szabadságharc után, 1950-ben indulhatott meg.

A murányi, a rimai és a gömöri társaság fúziójával 1852-ben létrejött a Rimamurányvölgyi Vasmű Egyesület. 1862-ben Borsodnádason acél- és hengermű létesült tíz kavarókemencével, egy gőzkalapáccsal és két hengersorral. A gyár profilját 1882 után kizárólag a lemezgyártás képezte, horganyzott és ónozott lemezt is készítettek, a termelés meghaladta az évi kilencezer tonnát.

1868-ban Gömör vármegyei földbirtokosok és kohótulajdonosok megalapították a Salgótarjáni Vasfinomító Társulatot. A gyár két év múlva kezdett termelni 16 kavaró-, 6 hegesztőkemencével, 3 hengersorral és vasöntődével. Az 1870-es évek végén a hengerelt áru mennyisége elérte az évi 14 ezer tonnát.

A Rimamurányvölgyi Vasmű Egyesület és a Salgótarjáni Vasfinomító Társulat fúziójával a Wiener Bankverein és a bécsi Länderbank 1881-ben létrehozta a Rimamurány–Salgótarjáni Vasmű Rt.-t. Ózdon a kavarókemencék helyett fokozatosan martinkemencéket helyeztek üzembe, újabb hengerek épültek, a 20. sz. elején pedig négy nagyolvasztót létesítettek. Salgótarjában meghonosították a Thomas-acélgyártást, bővítették a hengerművet; 1900-ig itt volt az Rt. igazgatósága. Savas konvertert és martinkemencét helyeztek üzembe. A *Nyustya* melletti *Likéren* kocszos nagyolvasztókat telepítettek, viszont a nagyrőcei kohókat üzemem kívül helyezték. 1900-ban a részvénytársaság megszerezte a korompai vasmű és a zólyomi vas- és bádogyár részvényeinek többségét, hat év múlva megvette a kaláni bánya- és kohóművet; a vasgyárakon kívül szén-, vasérc-, magnetit-, mészkőbányákat és erdőgazdaságokat is birtokolt. Az első világháború kitörése előtt az Rt. tízezer embert foglalkoztatott; 1942-ben Magyarország acéltermelésének felét adta. A röviden csak Rima névvel illetett társaságot 1946-ban államosították.

 K. L.

Források

Rempert Z.: Magyarország vaskohászata az ipari forradalom előestéjén. Bp., 1995.

Edvi Illés A. (szerk.): A magyar korona országainak gyáripara az 1906. évben. II. k. 1. r. Vasipar. Bp., 1911.

Óvári A.: Az ózdi vasmű alapításának és első üzeméinek vázlatos története. BKL Kohászat, 1967. 10. és 11. sz.

Lizsnyánszky A. (szerk.): A salgótarjáni Kohászati Üzemek száz éve. 1869–1968. Salgótarján, é. n.