BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat
Öntészet
Fémkohászat
Anyagtudomány
Felsőoktatás
Hírmondó

150. évfolyam

2017/5. szám

Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

A kiadvány a FÉMALK Zrt. támogatásával jelenik meg

TARTALOM

Vaskohászat

1 **Tardy Pál:** A fenntartható fejlődés és a vaskohászat

7 **Szilágyi Irén:** A nemzetgazdaság stabil pillére lehet a megújuló acélipar

9 A Vaskohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége

9 Emléktábla került az egykori VASKUT falára

Öntészet

12 **Rick Tamás:** Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a Fémalk Zrt.-nél

15 **Budavári Imre – Dargai Viktória – Varga László:** Vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata „Hot distortion" készülékkel

Fémkohászat

24 **Szűcs Marianna – Ehrenberger András – Kóródi István:** Kohófémtől a hulladékig, avagy az alumíniumipari nagyvállalatok hulladékevolúciója

27 Ipartörténeti program a „magyar ezüst" jegyében

28 Ünnepi vezetőségi ülés a Fémkohászoknál

29 A Fémkohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége

Anyagtudomány

30 **Buza Gábor:** A munkagáz szerepe a mélyvarratos lézersugaras hegesztésnél

35 **Majtényi József – Kárpáti Viktor – Benke Márton – Mertinger Valéria:** Maradó feszültség meghatározása marópróbás és röntgendiffrakciós módszerekkel járműipari kormányfogasléc félkésztermék gyártási folyamatában

Felsőoktatás

42 MultiScience – XXXI. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia a Miskolci Egyetemen

43 Bakó Károly-emlékülés a Miskolci Egyetemen

43 A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának hírei – 2017. május

Hírmondó

45 **Csehil György – Harcsik Béla:** A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában

52 **Imre József:** Emlékezés Geleji Sándor professzorra

55 Egyesületi hírek

57 MÖSZ-hír

59 MVAE-hír

59 **Benyhe László:** IX. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia

60 Könyvismertetés

63 Nekrológok

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

A SZERKESZTŐSÉG KÖZLEMÉNYE

A szerkesztőség tájékoztatja tisztelt Olvasóit, hogy a BKL KOHÁSZAT jelenlegi lapszáma a 2017/5. sorszámot kapta. Ennek oka, hogy a BKL KOHÁSZAT–BKL BÁNYÁSZAT 2017/3. számú, később megjelenő közös lapja az Egyesület 125. éves jubileumi, selmecbányai ünnepségéről fog szólni. A szintén közös, 2017/4. számú lap a május 27-i, 107. küldöttgyűlés eseményeit fogja tartalmazni.

FROM THE CONTENT

Tardy, P.: Sustainable development and the steel industry 1

Key elements of sustainable development are environmental and climate protection. The high specific material and energy consumption of the steel industry is stongly influencing its performance in climate and environmental protection. Companies do their best to improve it; in the last years developments in these fields are remarkable. The use of new steel types can strongly reduce the CO_2 emission during the service time.

Rick, T.: Challenges and achievements. Structural chassis components produced with aluminium high pressure die casting by Fémalk Zrt. 12

To maintain the company's competitive ability, continuous technological improvement is key. The article highlights a brief example from Fémalk's recent history showing the steps which lead to the introduction of a new casting method. Vacuum casting establishes the possibility to produce components which are, after a tempering heat treatment, weldable and have high strength. All this made possible with cold chamber high pressure die casting.

Budavári, I. – Dargai, V. – Varga, L.: Thermal deformation of inorganic water glass core mixtures by use of hot distortion tester ...15

During the research, thermal distortion properties of anorganic water glass bonded sands were investigated. The core mixtures were produced using the Inotec coremaking process, which was presented in 2003, Düsseldorf, Germany. Tests were conducted using the BCIRA Hot Distortion Tester. The aim of this investigation is to study the thermal distortion characteristic of core mixtures in terms of binder content and added inorganic and organic additives.

Szűcs, M. – Ehrenberger, A. – Kóródi, I.: From primary metal to scrap remelting; big casthouses changed to use scrap for wrought alloy ingot production 24

The wrought alloy manufacturing casthouses worked on the former Soviet prime cost base were forced to change due to the increase of the price of raw materials (EU duty). They are using increasing amount of 3rd party scrap in order to reduce their raw material costs. The transition was not easy, casthouses had to change their prime remelting based technology. To be able to supply the growing expectations of the market, domestic suppliers have also made significant improvements.

Buza, G.: The role of plasma-forming gas in deep penetration laser welding 30

The high capacity laser beam is perfectly suitable for achieving welding velocities above common ones e.g. in arc welding. On the base of the laser beam focused on the surface of the workpiece (i.e. its value per surface unit, the so called power density) we distinguish two kinds of welding from each other; heat conduction and deep penetration welding. In the latter case, the welding process is inevitably associated by intense formation of metal vapor and plasma. In this paper the conditions of the process perform the main role.

Majtényi, J. – Kárpáti, V. – Benke, M. – Mertinger, V.: Monitoring of residual stress variation during manufacturing steps of automotive rack bar semi-products using X-ray diffraction and macroscopic deformation methods 35

The variation of residual stresses during the main manufacturing steps of automotive steering rack bar semi-products, namely induction hardening, annealing, peeling, polishing, stress relaxation and final polishing, was characterized using an innovative, non-destructive (sample cutting-free) X-ray diffraction method. The distortion predisposition of the semi-products was determined using a macroscopic deformation based method already utilized by the manufacturer. The measured stress data are correlated with the macroscopic deformation tendency of the examined rods. Based on the obtained results, the distortion tendency of the semi-products, when subjected to material removal, can be predicted in the different stages of production.

Csehil, Gy. – Harcsik, B.: Famous persons of metallurgy on Philatelia 45

György Csehil metallurgical engineer professionally systemized collection has 5000 pieces stamps. The collection consists of mining and metallurgical stamps, (stamps, casual postcards, envelopes, commemorative papers, first-day envelopes – FDC) from 110 countries of the world. He has found stamp collectors of the 16 countries of the world – not only from Europe, but also from Canada, Brazil, Japan and India – who helped with the stamps of their home to supplement the otherwise significant collection. In the article nearly sixty pieces of a collegiate collection of five decades are presented.

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

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Harcsik Béla, dr. Klug Ottó, dr. Kóródi István, Lengyelné Kiss Katalin, Schudich Anna, Szende György, 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. •

Internetcím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

ROVATVEZETŐK: *dr. Harcsik Béla és dr. Tardy Pál*

TARDY PÁL

A fenntartható fejlődés és a vaskohászat*

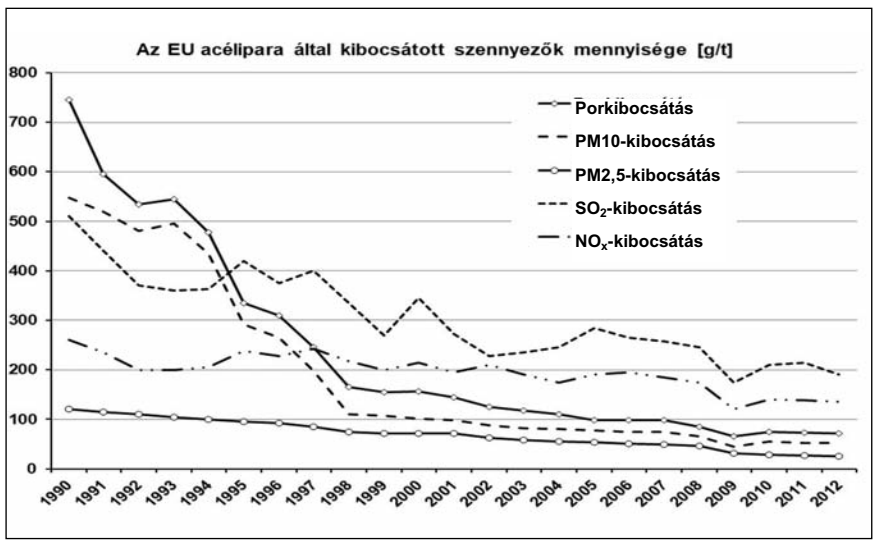
1. Bevezetés

Napjaink egyik legfontosabb ideológiája a fenntartható fejlődés, amelynek az a célja, hogy a jelenlegi igényeinket a jövő veszélyeztetése nélkül elégítsük ki. Ez elsősorban a rendelkezésre álló természeti erőforrások (nyersanyagok, energiahordozók) hatékony felhasználásával és a környezet élhetőségének hosszú távú biztosításával érhető el. Két legfontosabb technikai eleme a környezet- és klímavédelem.

A vaskohászat természeténél fogva a környezetet jelentősen terhelő, nagy energiaigényű tevékenység: nagy az egységnyi termék előállításához felhasznált anyagok mennyisége, ezeket nagy hőmérsékleten dolgozzák fel. Az *1. táblázatban* a két acélgyártó alapeljárás fő jellemzőit ennek szemléltetésére állítottam össze. Megjegyzem, hogy a fenntarthatóság szempontjából sokkal kedvezőbb elektroacél-gyártás részarányát az elérhető acélhulladék mennyisége korlátozza; ez mai ismereteink szerint globálisan nem lehet több ~ 50–60%-nál.

1. táblázat. Az integrált- és elektroacél-gyártás fő jellemzői

	Integrált acélgyártás	Elektroacél-gyártás
Felhasznált anyagok	Vasérc, koksz (kokszolható szén), ötvözők, salakképzők	Acélhulladék, ötvözők, salakképzők
Felhasznált anyagok átalakítása betétanyaggá	Kokszgyártás, zsugorítmánygyártás, nyersvasgyártás	Acélhulladék előkészítés
Fajlagos anyagigény	~ 2500 kg/tonna nyersacél	~ 1200 kg/t nyersacél
Fajlagos energiaigény	19–24 GJ/t nyersacél	8–10 GJ/t nyersacél
Fajlagos CO_2-kibocsátás	2,0–2,5 t/t nyersacél	0,4–0,7 t/t nyersacél



1. ábra. A fajlagos légszennyezés csökkenése az EU acéliparában [1]

2. Az acélipar környezetterhelése

Környezetvédelem

Az acélipari technológiák többsége nagy hőmérsékletű műveletek sorából áll; a feldolgozáshoz használt anyagok között szemcsés és szennyezett anyagok is vannak, továbbá nagy mennyiségű levegő áramlására is sor kerül. A légszennyezés így a termelőtevékenység szükségszerű következményének tekinthető, amelynek csökkentésére az acélipar az elmúlt évtizedekben jelentős erőfeszítéseket tett. Jól jellemzi ezt az *1. ábra*, amely a fajlagos légszennyezés alakulását mutatja be 1990 és 2012 között az EU acéliparában. Legjobban a fajlagos porkibocsátás csökkent (kb. egy nagyságrenddel).

Vízszennyezés

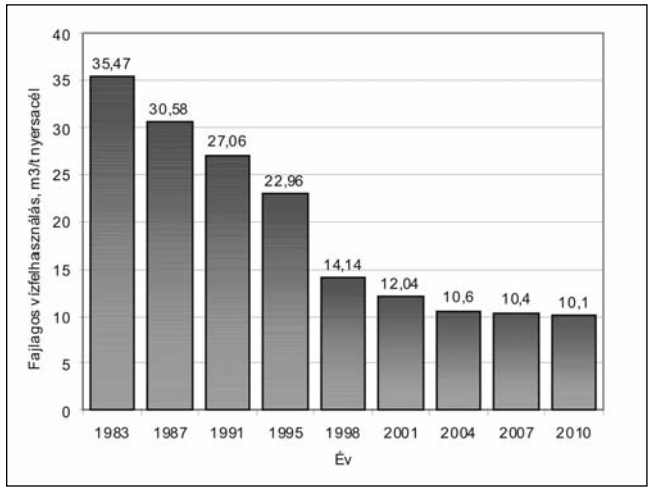
Az acélművek fajlagos vízfelhasználása széles határok között változik a felhasználás céljának és módjának függvényében. A vízfelhasználás legfontosabb területei a következők:

– közvetlen, vagy közvetett hűtés,
– gáztisztítás,
– revétlenítés nagynyomású vízsugárral,
– mosás (szennyezők eltávolítása a felületről, beleértve a légtisztítók egyes elemeit is).

A felhasznált víz elsősorban a gáztisztítás és a mosás esetében szennyeződik. A kibocsátott víz szennyezőtartalmának csökkentésére a szennyezők jellegétől (oldott szennyezők vagy oldatlan állapotban lévő részecskék) függően különböző eljárá-

* A XIX. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencián (Kolozsvár, 2017. márc. 30. – ápr. 2.) elhangzott plenáris előadás szerkesztett változata.

sokat alkalmaznak, amelyekkel az egyes szennyezők egyre nagyobb mértékben távolíthatók el, és biztosítható a környezetvédelmi előírások teljesítése. A fajlagos szennyezőtartalom csökkenése mellett a vízfelhasználás hatékonysága is javult: 1983 óta kevesebb mint 1/3-ára csökkent a fajlagos vízfelhasználás *(2. ábra)*.



2. ábra. Az acélgyártás fajlagos vízfelhasználásának alakulása [2]

Hulladékok, melléktermékek

Az acélipari technológiák alkalmazása során az acéltermékek mellett különböző jellegű és mennyiségű olyan anyag is keletkezik, amely nem célja a termelésnek. Ezek három nagy csoportba sorolhatók:

– a lég- és víztisztítás során leválasztott anyagok (porok, iszapok),
– a betétanyagok nem hasznosítható, vagy káros összetevőinek eltávolításából származó anyagok (pl. salakok),
– a működés során nem hasznosuló anyagok (kifröccsenések, tapadványok, elhasználódott tűzálló anyagok).

Közülük a salakok mennyiségüknél és tulajdonságaiknál fogva külön kategóriát képviselnek, ezért külön foglalkozunk velük.

Fajlagos mennyiségük az alkalmazott eljárástól függően meglehetősen nagy lehet és letárolásuk jelentős többletköltségekkel járna. Összetételüknél és fizikai-kémiai tulajdonságaiknál fogva legtöbbjük hasznosítható, ami nemcsak a tárolási költségeket csökkenti, hanem a hasznosítás önmagában is gazdasági eredményt hozhat. A letárolásra átadott acélipari hulladékok mennyisége ezért folyamatosan csökken, és ma már a „zero waste" (hulladékmentes) technológiák megvalósítása is elérhető közelségbe került.

A porok és iszapok Fe-tartalmát a termelési ciklusba való visszajáratásukkal hasznosítják. Erre a zsugorítómű a legalkalmasabb. A zsugorítószalagra beadott anyagba bekeverhetők a megfelelően előkészített porok, víztelenített iszapok, olajtalanított revék. Nagy CaO-tartalmú salakok adagolásával kiváltható az elegy mésztartalmának egy része.

A *3. ábra* a porok és iszapok hasznosításának arányait mutatja a német acéliparban. Eszerint a keletkezett 2 Mt-ból 1,7 Mt-t (85%) hasznosítottak és 0,3 Mt került letárolásra.

Salakok

A vaskohászati salakok fajlagos mennyisége sokszorosa a többi hulladékénak: integrált acélművekben – ahol a nyersvasgyártás és az acélgyártás során is keletkezik salak – összesen kb. 400 kg/t nyersacél, elektroacélgyártásnál 170 kg/t a fajlagos mennyiségük.

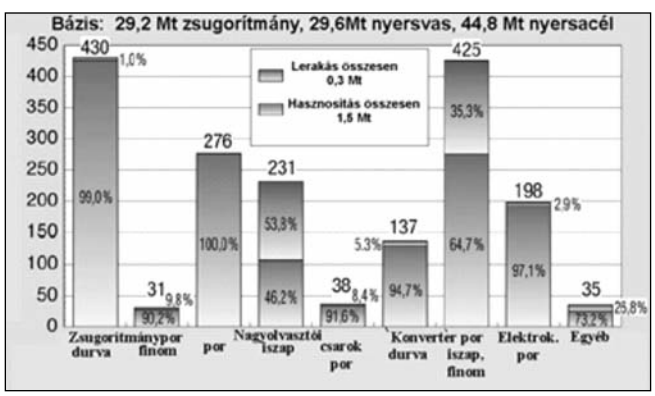
A vaskohászati salakok döntő többségét a fejlett országokban ma már hasznosítják.

Elsősorban a salakok azon tulajdonságát használják ki legjobban, hogy összetételük és tulajdonságaik hasonlók a természetes kőzetekéhez: útépítéshez, mélyépítésnél, gátak építésénél alkalmazzák. A cementipar ugyancsak szívesen használja a granulált salakot, mert ezáltal csökkenteni tudja CO_2-kibocsátását *(4. ábra)*.

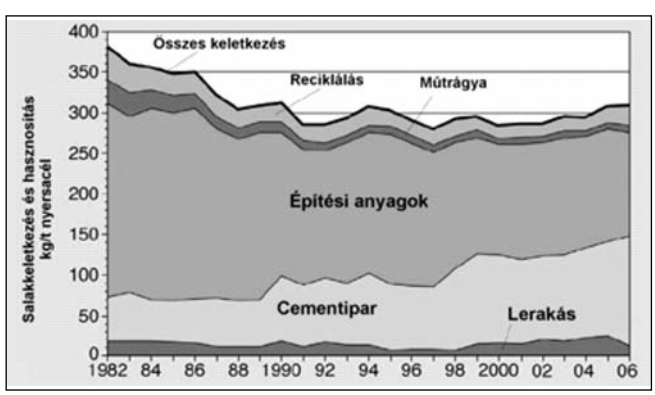
Környezetvédelmi szabályozás az EU-ban

Az EU élenjáró szerepet vállal a környezetvédelem fejlesztésében, jelentős erőfeszítéseket tesz a környezet terhelésének csökkentése érdekében. Ehhez elsősorban a jogi szabályozás eszközeit használja fel, amelyekben megfogalmazza az általa kitűzött célokat, és rögzíti az ezekkel kapcsolatos mennyiségi és minőségi kritériumokat. Hazánknak az EU tagjaként ezeket a szabályokat el kell fogadni; a hazai szabályozás ennek megfelelően az EU-előírások átvételén alapul.

Az Európai Bizottság 2007-ben döntött arról, hogy a nagy környezetterhelést okozó berendezések szennyezőkibocsátásának csökkentésére a törvény erejét is kihasználja. Az Ipari Emissziós Direktíva (Directive 2010/



3. ábra. A kohászati hulladékok hasznosításának részaránya Németországban [3]



4. ábra. A vaskohászati salakok hasznosítása [3]

75/EU) 2011 januárjában lépett életbe, és a tagállamoknak 2013. január 7-ig kellett átültetni saját jogszabályaikba. A Direktíva alá eső vállalatoknak integrált környezetvédelmi működési engedélyt kell szerezni az illetékes hatóságoktól (összesen mintegy 50.000 vállalat, köztük az acélipari vállalatok).

A környezetvédelmi engedély kiadásának feltételei közé tartozik bizonyos kibocsátási határértékek teljesítése, amelyek a Legjobb Elérhető Technikákon (Best Available Techniques, BAT) alapulnak.

A közelmúltban elfogadott rendeletek közül a Tiszta Levegőt Európának és az új Nemzeti Kibocsátási Adatok teljesítése annak ellenére is jelentős erőfeszítéseket követel meg az acélipartól, hogy az elmúlt évtizedekben igen jelentős eredményeket értek el ezen a területen.

A Körkörös Gazdaság program meghirdetése az acélipar szempontjából kevésbé kritikus, mert a hulladékok (köztük az acélhulladék) hasznosítása területén számos más ágazatnál kedvezőbb helyzetben van. Ugyancsak profitálhat az acélipar az életciklus-vizsgálatok jelentőségének növekedésével; itt is elsősorban az jelent előnyt, hogy az acélhulladék betétanyagként való alkalmazásával az egyszer előállított acél többször is hasznosítható.

A környezetvédelem költségei az EU acéliparában

Az EU ambiciózus környezetvédelmi politikája és ezzel összefüggő szabályozása olyan lépésekre kényszeríti az acélipari vállalatokat, amelyek növelik a költségeket, ami az acélipar jelenlegi helyzetében különösen veszélyezteti a versenyképességet. Az alábbiakban rövid áttekintést adok a környezetvédelem becsült költségeiről.

A költségek forrásait három csoportba sorolják:

– a szabályozásban előírt környezeti teljesítmény elérésével kapcsolatos költségek,
– adminisztratív költségek, amelyek a törvénykezésben előírt adminisztrációs feladatok ellátásából erednek,
– indirekt költségek, amelyek a kapcsolódó technológiák területén lépnek fel.

A beruházások az elmúlt évtizedben EU-szinten 300 és 1100 M euró között változtak; a környezetvédelmi beruházások részaránya az összes beruházáson belül 5–9% között mozgott. A beruházások megoszlását környezetvédelmi területenként az *5. ábra* mutatja.

A legnagyobb költségtételt a levegővédelem jelenti (az összköltség 50-60%-a). Ezt a vízvédelem költségei követik (10-20%).

A pénzügyi költségek becslésénél feltételezték, hogy a beruházásokat teljes egészében kölcsönökből fedezték és 5% volt a kamat nagysága. Ennek alapján 0,8-1,2 euró/t-ra becsülték a fajlagos költség nagyságát.

A működési költségek a környezetvédelmi berendezések működtetéséből, új környezetvédelmi intézkedések bevezetéséből adódnak. A fajlagos (termelésre vetített) működési költségeket 5-8 euró/t-ra becsülték; a legnagyobb költségtétel a víz- és levegővédelem volt.

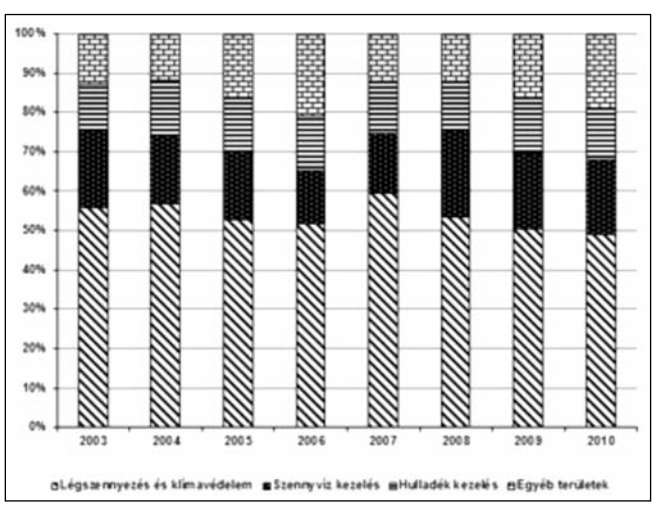
A három terület fajlagos költségeinek összegzése szerint az EU acéliparában a fajlagos környezetvédelmi költségek 7-11 euró/t nyersacélra tehetők.

3. Az acélipar energiaigénye és klímaterhelése

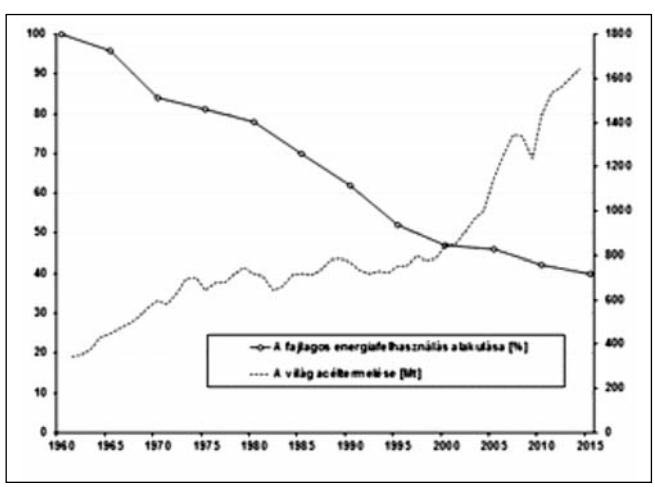
Az emberi tevékenységből származó klímaváltozást (globális felmelegedést) az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedésével magyarázzák. Közülük mennyisége miatt messzemenően a CO_2 jelenti a legnagyobb veszélyt. Az acélipar esetében ez egyrészt a nagy energiaigénynek, másrészt a vasérc szénnel való redukciójának az eredménye.

Az atmoszféra CO_2-tartalma és átlaghőmérséklete az elmúlt 1000 évben az ipari forradalomig jelentős ingadozással ugyan, de alig változott; 1800 körül ugrásszerűen nőni kezdett. Mára az emberiség egyik legnagyobb problémája lett. A veszélyt felismerve az is nyilvánvalóvá vált, hogy a CO_2-kibocsátás csökkentése csak globális méretekben kezelhető, ezért nemzetközi szervezetek sora dolgozik a megoldáson.

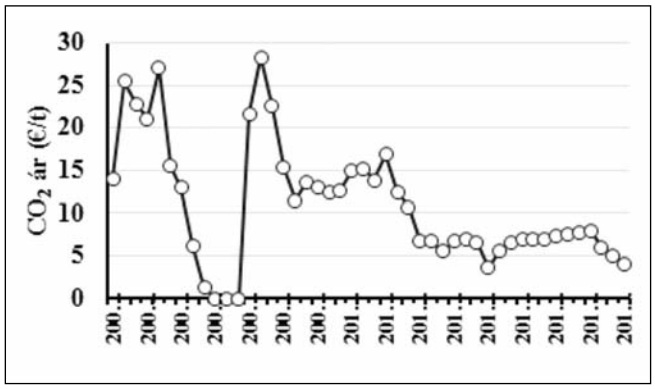
A CO_2-kibocsátás kézenfekvő módja az energiafelhasználás csökkentése. A világ acélipara az elmúlt évtizedekben jelentős eredményeket ért el a fajlagos energiafelhasználás (1 t nyersacél előállításának energiaigénye) csökkentésében: 1960 óta kevesebb mint a felére csökkent *(6. ábra).*



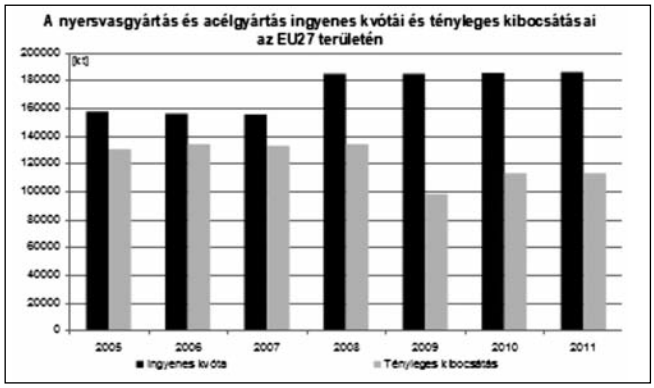
5. ábra. A környezetvédelmi beruházások aránya az EU-ban [4]



6. ábra. A globális acéltermelés és a fajlagos energiafelhasználás alakulása a világ acéliparában [1]



7. ábra. A CO_2-egységár alakulása az elmúlt évtizedben [4]



8. ábra. Az EU acéliparának juttatott ingyenes CO_2-kvóták és a tényleges kibocsátás alakulása [5]

Az EU klímapolitikája és emisszió-kereskedelmi rendszere

Az Európai Bizottság az Unióban a kibocsátás közvetlen korlátozása helyett „piaci" eszközzel, a CO_2-kereskedelem bevezetésével kívánta biztosítani a Kyotoi Szerződésben vállalt kötelezettségek teljesítését. Ennek lényege, hogy a kibocsátók meghatározott köre adott mennyiségű CO_2 kibocsátására kap engedélyt (kvótát); a fel nem használt mennyiséget a kvótapiacon értékesítheti, ill. – ha többlet kvótára van szükség – megvásárolhatja. A nemzetközi versenyképesség megtartása érdekében az ún. érzékeny iparágak bizonyos mennyiségű kvótához ingyen jutnak hozzá. Közéjük tartozik az acélipar is.

A kvótaárak kezdetben magasak voltak, majd meredeken estek; 2008-ban ezt korrigálni próbálták, sikertelenül *(7. ábra)*. Ma az alacsony kvótaárak nem ösztönzik a vállalatokat kibocsátásuk csökkentésére. Ennek oka az ingyenesen kiosztott kvóták nagy mennyisége, emiatt a piacon túlkínálat alakult ki. A 2012–2020 közti kereskedelmi periódusban ezt úgy próbálták korrigálni, hogy az érzékeny iparágak esetén a legjobb 10% átlagának megfelelő fajlagos kibocsátásra korlátozták az ingyenes kvóták mennyiségét (benchmark alapú kiosztás). Az acélipar különböző technológiáira meghatározott benchmark adatok azonban irreálisan alacsonyak voltak. A villamos erőművek ebben a periódusban már nem kapnak ingyenes kvótát, mivel a kvótavásárlásból származó többletköltséget minden további nélkül tovább tudják hárítani a felhasználóikra. Mivel az acélipar teljesítménye azóta is lényegesen elmarad az alapul vett 2008-as teljesítménytől (és kibocsátástól), amit a kvóták számításánál alapul vettek, a *8. ábra* jól szemlélteti, hogy az EU acélipara továbbra is jóval több ingyenes kvótához jut, mint amennyit kibocsát.

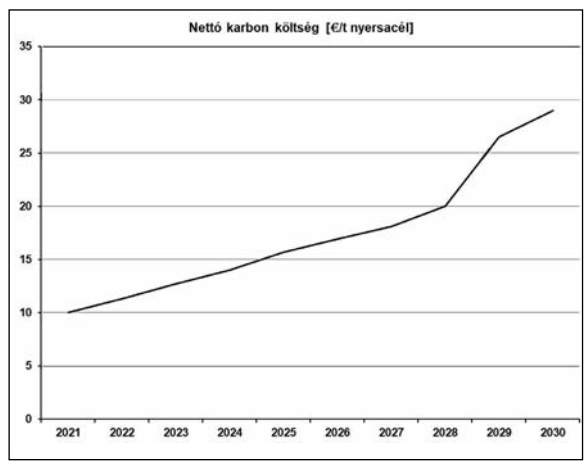
A nemzetközi szervezetek erősödő nyomásának hatására az Európai Bizottság a 2020–2030 közötti időszakra határozott lépéseket tervez az emissziókereskedelmi rendszer reformjára, aminek elsőrendű célja a kvóta egységárak emelése a jelenlegi 4–5 euró/t-ról 25–35 euró/t-ra.

Az EU új klímastratégiájának legfontosabb célkitűzéseit 2014-ben fogalmazta meg az Európai Bizottság; a tagországok vezetői októberben fogadták el az alapelveket:

• 2020-ig 20%-kal kell csökkenteni a CO_2-kibocsátást, 20%-kal növelni kell az energiahatékonyságot, és 20%-ra kell növelni a megújulók részarányát az energiaellátásban (az ún. 3 x 20 célok),

• 2030-ig 40%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gázkibocsátást, legalább 27%-kal kell növelni az energiahatékonyságot, és 27%-ra kell növelni a megújulók részarányát.

Mivel az EU továbbra is a klímavédelem élharcosa kíván maradni, a 2020–2030 közötti periódusra lényeges változások bevezetését tervezi: a kvótaárak jelentősen nőni fognak, ráadásul a teljesíthetetlen benchmark előírások miatt az acélipar egyre növekvő mennyiségű kvótát kényszerül majd vásárolni a kvótapiacon. Az ECOFYS számításai szerint az acélipar fajlagos költségei 2030-ig elérhetik a 25–30 euró/t nyersacél értéket, ami az amúgy is gyenge jövedelmezőséget tovább rontja *(9. ábra)*.



9. ábra. A fajlagos kvótaköltségek várható alakulása [6]

5. A klíma- és környezetvédelem állami támogatásának lehetősége

Az érzékeny ágazatok veszélyeztetettségét elismerve alakította ki az Európai Bizottság az „Iránymutatás a 2014–2020 közötti időszakban nyújtott környezetvédelmi és energetikai állami támogatásáról" c. dokumentumot. A meglehetősen terjedelmes dokumentum részletesen ismerteti a támogatás feltételeit, értékelését, módját és alkalmazását.

A dokumentum számos feltételt szab a környezetvédelmi és energetikai támogatás megadásához; közülük az alábbiakat emelem ki:

• A támogatás csak akkor tekinthető a belső piaccal összeegyeztethetőnek, ha ösztönző hatása van, azaz a támogatás hiányában a kedvezményezett nem vállalná a fejlesztést.

• A tagállamoknak támogatásigénylő formanyomtatványt kell bevezetniük, amely a pályázó azonosításához szükséges adatok mellett tartalmazza a projekt leírását, a munka kezdetének és befejezésének időpontját, a végrehajtáshoz szükséges összeget és az elszámolható költségeket. A kedvezményezettnek ismertetni kell a támogatás hiányában fennálló helyzetet, vagyis az ún. ellentétes forgatókönyvet.

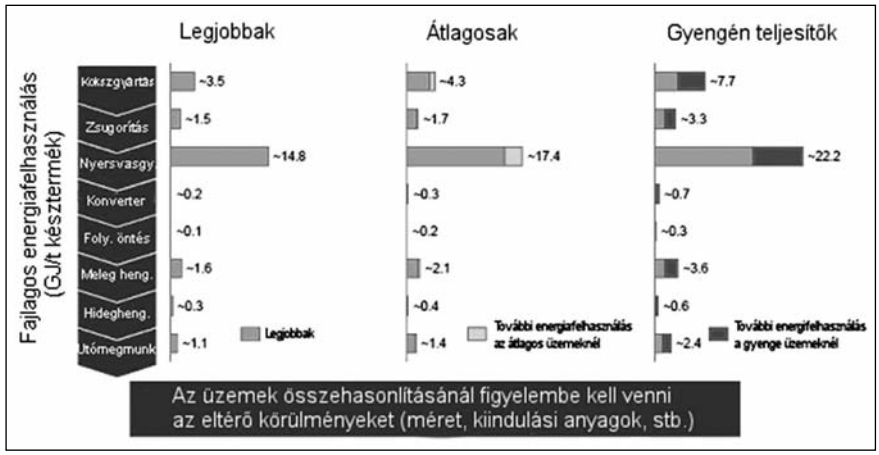
• A már elfogadott, de még hatályba nem lépett uniós szabvány teljesítéséhez adott támogatás akkor tekinthető ösztönzőnek, ha a beruházást a hatályba lépés előtt legalább egy évvel megvalósítják.

• Amennyiben a konkrét, támogatás nélküli helyzet nem ismert, az ösztönző hatás akkor állapítható meg, amikor a beruházási költségek meghaladják a beruházás várható működési nyereségét.

A villamos energia árnövekedésének kompenzációja (indirekt támogatás)

A villamos erőművek ingyenes kvótajuttatásának megszűnése következtében kialakuló árnövekedés miatt az elektroacélművek érdekében az EUROFER erőteljes lobbiba kezdett a kompenzálás céljából. A lobbizás felemás eredményt hozott: a Bizottság a kormányok számára lehetővé, de nem kötelezővé tette a kompenzációt. Ezzel a lehetőséggel azonban eddig csak Németország, az Egyesült Királyság, Spanyolország, Görögország, Hollandia és Belgium kormányai éltek. A támogatások összege széles határok között változott: 2013–2015 között Németországban 756 M euró (a többletköltség 80%-a), Spanyolországban viszont csak 5 M euró volt. Új hír, hogy a szlovák kormány is bejelentette, hogy kompenzációt fog fizetni, a teljes periódusra 250 M euró nagyságrendben.

A kompenzációnak ezt a megoldását számos szervezet kritizálja, hiszen versenyelőnyt jelent a lehetőséggel élő országok ipara számára. Nemzetközi szervezetekkel egyetértésben mi is javasoltuk, hogy a kompenzációt tegyék kötelezővé minden tagországban.



10. ábra. Az acéliparban alkalmazott technológiák fajlagos energiaigénye [7]

A hulladékgázok ügye

Az acéliparban nagy mennyiségű hulladékgáz (technológiai gázok: kamragáz a kokszgyártásnál és torokgáz a nyersvasgyártásnál) keletkezik, amelynek jelentős, de a földgázénál kisebb fűtőértéke van.

A hulladékgázok egy részét az acélműhöz kapcsolódó hevítő berendezéseknél hasznosítják. Másik részét villamos erőművek használják fel. A hulladékgázok alkalmazása villamos erőművekben költségesebb a földgáz alkalmazásánál (számítások szerint még akkor is, ha ingyen kapják a hulladékgázt), mert ki kell építeni a gáztisztító rendszert, az elemző rendszert, a csővezetéket és esetleges puffertárolót, mert itt nem a kereslet, hanem az állandóan keletkező kínálat hatása érvényesül.

Ha az erőmű az acélműtől független (ahogy a Dunaferr esetében is), az ingyenes kvóta megvonása jelentős veszteséget okoz nála. Az EUROFER javasolta ezért, hogy a hulladékgázt felhasználó villamos erőművek kapják meg ingyen a használatból keletkező CO_2-kvóta mennyiséget.

6. Az acél és az acélipar szerepe a fenntartható fejlődés céljainak megvalósításában

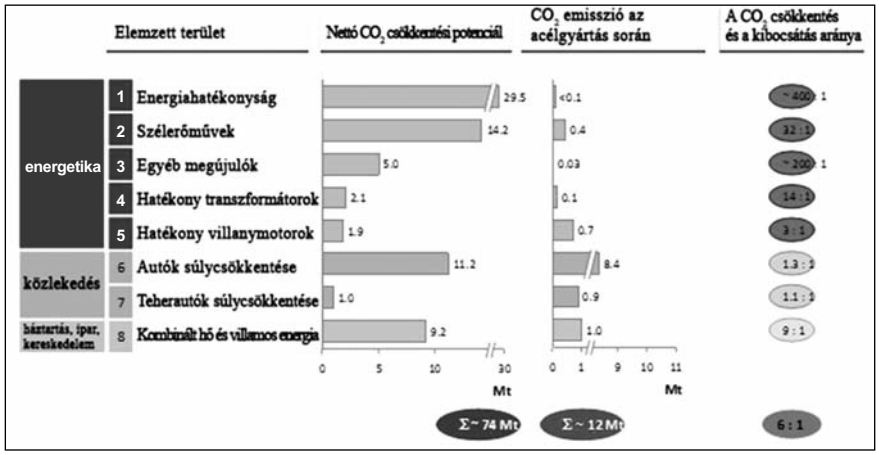
Az acélipar energiaigénye és CO_2-kibocsátása jelentősen függ az alkalmazott eljárástól (vö. 1. táblázat). Az elektroacél-gyártás ebből a szempontból lényegesen kedvezőbb az integrált acélgyártásnál: itt már nincs szükség a legkritikusabb technológiára, a vasérc redukciójára, mert az már korábban megtörtént. Ennek eredményeképpen Európában várhatóan nőni fog az elektroacél-gyártás részaránya; becslések szerint 2020-ban elérheti az 50%-ot.

Célirányos fejlesztésekkel sok lehetőség van a jelenleg használt technológiák fajlagos energiaigényének csökkentésére is *(10. ábra).* A legnagyobb energiaigényű technológia, a nyersvasgyártás esetében a leghatékonyabb nagyolvasztók fajlagos energiaigénye kb. harmadával kisebb a gyengén teljesítőkénél.

A kis CO_2-kibocsátású vaskohászati technológiák kutatására alakult nemzetközi konzorcium (ULCOS projekt) teljesen új eljárások lehetőségeit vizsgálta. Eredményeik érdekesek (pl. a vasérc redukciója elektrolízissel vagy hidrogénnel, biomasszával), de gyakorlati megvalósíthatóságuk egyelőre legalábbis kétséges.

Az acélipar saját kibocsátásának csökkentése mellett a korszerű, nagyszilárdságú acélok kifejlesztésével és gyártásával a felhasználók fajlagos kibocsátásának csökkentéséhez is hozzájárulhat. Korszerű tervezési módszerekkel pl. jelentősen csökkenthető az acélból készült berendezések súlya, ami járművek esetében az üzemanyag-felhasználást, ezen keresztül a CO_2-kibocsátást is csökkenti.

A Boston Consulting cég nemrégen átfogó tanulmányt készített a korszerű acéltípusok energetikai hatásá-



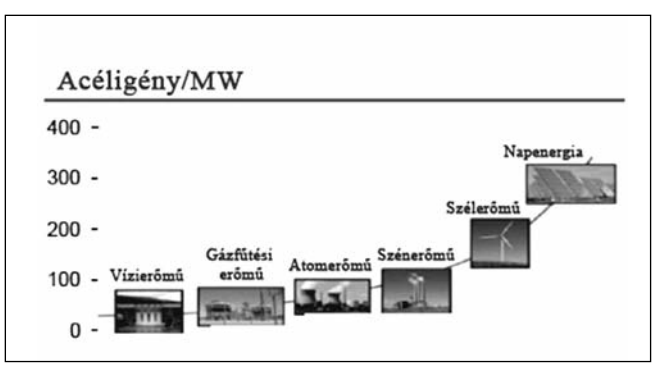
11. ábra. A CO_2-kibocsátás csökkenése innovatív acélok alkalmazásával különböző alkalmazási területeken [7]

ról. Azt vizsgálták, hogy a különböző berendezésekbe beépített acélok előállításához szükséges, ill. a berendezések használata közben kibocsátott CO_2-mennyiség hogy viszonylik egymáshoz *(11. ábra).*

Megállapították, hogy amennyiben az ábrán felsorolt berendezések gyártásánál innovatív acélokat és ehhez igazodó innovatív tervezési rendszereket használnak, a berendezések alkalmazásával több CO_2-kibocsátáscsökkentés érhető el, mint amennyi a szükséges acéltermékek gyártása során keletkezik.

Jelentős támogatást nyújtanak az acél megítélése szempontjából az életciklus-vizsgálatok. Ennek során a termék előállításának, használatának, a keletkező hulladék kezelésének során felhasznált összes energiamennyiséget határozzák meg. Ilyen vizsgálatok alapján megállapították, hogy a könnyebb jármű (pl. az Al- vagy műanyag-karosszériával készült autók) használata során keletkező kibocsátáscsökkenést meghaladja a korszerű acéltermék gyártása során keletkező kisebb kibocsátás. Az acéliparnak szempontjából ezért rendkívül fontos az életciklus-szemlélet terjedése és alkalmazása a klímatudatos tervezés során.

A fenntartható fejlődés igénye ösztönzi a megújuló energiaforrásokat használó villamos erőművek építését. Ehhez – amint a *12. ábra* mutatja – nagymennyiségű acélra lesz szükség. Figyelemre méltó, hogy a szél- ill. napenergiával működő erőművek fajlagos (villamos teljesítményre vonatkoztatott) acéligénye lényegesen nagyobb a hagyományos erőművekénél.



12. ábra. A fajlagos (villamos teljesítményre vonatkoztatott) acélfelhasználás különböző erőművek építésénél [7]

Összefoglalás

Az acélipar adottságainál fogva a nagy anyag- és energiaintenzitású ágazatok közé tartozik. A fenntartható fejlődés eszméjének előtérbe kerülésével az acéliparnak szembe kell nézni az ezzel kapcsolatos kihívásokkal.

Dolgozatomban áttekintettem az EU acéliparának környezetvédelmi és klímavédelmi helyzetét; elemeztem az EU folyamatosan szigorodó követelményrendszerét és következményeit az acéliparra.

A legfontosabb következtetések a következők:

1. Az EU a világ egyik legfejlettebb régiójaként úttörő szerepet vállal a fenntartható fejlődés feltételeinek megteremtése érdekében. Az acélipar már évtizedek óta eredményes erőfeszítéseket tesz környezet- és klímaterhelésének csökkentésére, és ma élenjárónak tekinthető ebből a szempontból.
2. Az elmúlt években az EU tovább fokozta a környezetvédelemmel kapcsolatos elvárásait. Ezek teljesítése 7–11 euró/t nyersacélköltséget okoz az acélipari vállalatoknak, és így rontja nemzetközi versenyképességüket.
3. Az EU kvótakereskedelmi rendszere (ETS) eddig nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket: az acéliparnak juttatott ingyenes CO_2-kvóták mennyisége meghaladta a tényleges kibocsátásokat, azaz a vállalatok nem szorultak kvótavásárlásra.
4. Ennek figyelembevételével az EU határozott lépéseket tervez az ETS reformjára, aminek eredményeképpen a fajlagos kvótaköltség 2030-ig a jelenlegi 4–5 euró/t-ról 25–35 euró/t-ra nőhet, és csak a leghatékonyabb vállalatoknak lesz elegendő az ingyenes kvótamennyiség.
5. Az EU meghatározott szigorú feltételek mellett lehetővé teszi a klíma- és környezetvédelmi fejlesztések támogatását.
6. A korszerű acélok alkalmazása a járműiparban és energiaiparban a berendezések teljes életciklusára számítva jelentősen csökkenti a CO_2-kibocsátásukat.

Irodalom

[1] Fakten zur Stahlindustrie, Stahlinstitut VDEh, November 2012, Düsseldorf

[2] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for: Iron and Steel Production Industrial Emissions Directive 2010/75/EU:(Integrated Pollution Prevention and Control)

[3] *Endemann, G. Lüngen, H.-B.:* Recycling and closed material circles in the steel Industry, Proc. 2nd Int. Conf. on Clean Technologies in the Steel Industry, Budapest, 2011

[4] A Carbon Pulse Pricing adataiból készült diagramok

[5] www.eea.europa.eu/data-and.../data/data.../greenhouse-gases-viewer

[6] Assessment of cumulative costs impact for the steel industry Centre for European Policy Studies, 2013, Brussels

[7] A fenntartható fejlődés feltételei az európai bányászatban és kohászatban c. konferencia előadásai, Pécs, 2010 (BKL Bányászat, 143. évf. 6. szám)

A nemzetgazdaság stabil pillére lehet a megújuló acélipar. Fontos piaci célterület a gépjárműgyártás

Acélipari szimpóziumot rendezett március 30-án Budapesten a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés (MVAE). A hazai acélipar szakmai érdekképviseleti szervezete tizenöt tagvállalata révén lefedi csaknem a teljes hazai iparági palettát. Az MVAE-nél elindult megújulási folyamat részeként hosszabb szünet után első alkalommal találkozhattak egymással a szimpózium keretében az acélipari cégek, a gépjárműipar piaci szereplői, kormányzati szervek, valamint a műszaki felsőoktatás képviselői.

A rendezvény résztvevőit köszöntve megnyitójában *dr. Sevcsik Mónika* elnök elmondta, hogy bíztató jelek vannak, az utóbbi évek kritikus időszaka után újraéledni látszik az európai acélpiac. Érzékelhető a kereslet növekedése a minőségi acélipari termékek iránt. Az új acélipari ágazati stratégia mentén fejlődési pályára állhat az ISD Dunaferr is, így a vállalat most teljes erejével a termelés hatékonyságának és az értékesítés volumenének növelésére koncentrál. Természetesen tisztában van a vállalatvezetés azzal is, hogy a piaci pozíciók megőrzésének, javításának elengedhetetlen kritériuma a folyamatos minőségfejlesztés is. Ezen folyamatosan dolgoznak, például nemzetközi konzorciumi K+F projektekben való aktív részvétellel is.

Dr. Móger Róbert, az MVAE igazgatója előadásában a nemzetközi és hazai acélipari trendeket, fejlődési irányokat és az iparág előtt álló kihívásokat elemezte. Visszatekintésében rávilágított, hogy az elmúlt 30 évben mintegy 50 százalékkal csökkent az iparág fajlagos energiaigénye, ami hatékonyabb és környezetkímélőbb gyártási folyamatokat jelent, folyamatos technológiai fejlesztések és a minőség javulása mellett. A világ össztermelésében Európa szerepe visszaesőben van, az importnyomás és a túlkínálat mellett nehezíti az uniós acéltermelők helyzetét a szigorú környezetvédelmi kvótarendszer is. Középtávon, 2030-ig az unió célja a CO_2-kibocsátás 40 százalékkal történő csökkentése, valamint a megújuló energiák részarányának növelése és az energiahatékonyság további javítása. Ezáltal a CO_2-kvóták árának növelését, valamint új, környezetbarát technológiák kifejlesztését szeretné elérni az unió, viszont jelenleg ezek a trendek ahhoz vezetnek, hogy fokozatosan eltűnik a profit az iparágból. Az uniós acélipar termelési összvolumene napjainkban mintegy 160 millió tonna, az iparág közel 300 000 munkavállalót foglalkoztat. A piaci pozíciók megtartásához elengedhetetlen a felhasználói, ezen belül is például a gépjárműipari igényeknek megfelelő új acélfajták kifejlesztése, hiszen a gépjárműipar jelentős hajtóereje az acélipar fejlődésének. A gyártott gépjárművek egyre könnyebbek, tömegükben az acél részaránya csökken, ugyanakkor a gyártott gépkocsik darabszámának folyamatos növekedése miatt az iparágban felhasznált acélmennyiség állandó marad.

Gazdasági szakemberek továbbra is az acélipar teljesítményét tekintik a fejlődés és a gazdasági növekedés egyik alappillérének a világgazdaságban.

Lenkeyné dr. Bíró Gyöngyvér, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft. mérnöki divíziójának vezetője a hazai acélipari stratégiához tavaly elkészített szakmai háttértanulmányt mutatta be a konferencia résztvevőinek. Utalt arra, hogy a magyar acélipar versenyképességének szempontjából nagyon fontos a piacvédelem erősítése, a CO_2-kvótarendszer állami támogatási szabályrendszerének módosítása. Az acéltermelés legnagyobb volumenű felvevőpiacának számító építőipar szempontjából kiemelte a mára már zöld utat kapott Paks II beruházás jelentőségét. Jelenleg két fő termelő vertikuma van a magyar acéliparnak, a Dunaferrnél működő integrált acélgyártás, illetve az ózdi elektroacél-gyártás. Az autóipari felhasználók igényeit is tekintve hiányzik a hazai palettáról a speciális, ötvözött acélminőségek előállításához szükséges nemesacélgyártás. Ennek megvalósítása például a korábban leállított, s jelenleg az ISD Dunaferr tulajdonában lévő DAM gyártási infrastruktúrájának újraindításával lenne lehetséges, akár Dunaújvárosba áttelepítve, a megfelelő tulajdonosi döntést követően.

Ez utóbbi felvetés elhangzott *Varga Ottó*, az ISD Dunaferr Zrt. projektigazgatójának előadásában is, aki a helyzetelemzés mellett a cég fejlesztési elképzeléseiről is beszélt. A Dunaferr évi mintegy 1,6 millió tonnás acéltermelésének harmadát értékesíti belföldön, a mennyiség kétharmada exportértékesítésre kerül. Elmondta, hogy jelenleg is szállítanak már Dunaújvárosból alapanyagot az autóipar számára, évi mintegy 120 000 tonnás mennyiségben. Ezekből a termékekből azonban még nem karosszériaelemek, hanem belső elemek, alkatrészek készülnek. Ami a fejlesztési terveket illeti, a nagyolvasztók közelmúltban megvalósult felújítását, illetve a meleghengermű vertikumában véghezvitt fejlesztéseket követően a következő öt évben is jelentős volumenű fejlesztési stratégia megvalósítását tervezi a vállalat, hogy a kínálkozó piaci lehetőségeket minél eredményesebben kihasználhassa. Többek között az acélmetallurgia területén is jelentős fejlesztéseket terveznek. A vállalat tulajdonosai tisztában vannak azzal, hogy a technológiafejlesztés elengedhetetlen kritériuma annak, hogy jegyzett autóipari beszállítóvá válhasson az ISD Dunaferr.

„A legjobbat vagy semmit” – ezzel a sokatmondó címmel tartott előadást a szimpóziumon a Mercedes-Benz Manufacturing Hungary Kft. képvise-

lője. A vállalkozás présüzemének vezetője, *Schvéder Péter* a világ 180 országában jelenlévő konszern kecskeméti gyárát bemutatva elmondta, hogy fő céljaik közé tartozik a készletek és az utómunka-kapacitás csökkentése mellett a papírmentes gyártás elérése is. Folyamatosan magyar beszállítókat keresnek, hogy kihasználhassák a csekély földrajzi távolság által biztosított gazdasági előnyöket, ám azt a szakember is egyértelműen jelezte: a Mercedes követelményeinek nem könnyű megfelelni. Beszállító partnereiktől stabilitást, megbízhatóságot, hosszú távú együttműködést várnak el, amelyben érvényesülnie kell a minőség iránti elkötelezettségnek és az ügyfélközpontúságnak is. Mint ismeretes, a meglévő üzem mellett új gyár épül Kecskeméten, amely a tervek szerint 2020-ban kezdi meg a termelést. Mint azt Schvéder Péter hangsúlyozta, ez hatalmas lehetőség a hazai acélipar számára is, s amennyiben a Dunaferr a tervezett fejlesztések révén minőségjavulást és termékstruktúra-bővülést produkálva teljesíteni tudja a Mercedes kritériumait, örömmel üdvözlik a céget a majdani beszállítói körben.

A konferencia további részében is érdekes és hasznos információkat osztottak meg a jelenlévőkkel az előadók. *Fafka István*, a Dutrade Zrt. kereskedelmi vezetője a cég bemutatását követően az acéltermék-kereskedelmi piac jövőbeni lehetőségeit, trendjeit vázolta fel. Kiemelte a már most is jól érzékelhető elvárásokat: a lemezvastagság csökkenése, a szilárdsági mutatók javulása, a tűrések szigorodása, valamint a bevonatos termékek iránti igények növekedése. Mindezekkel párhuzamosan az egyes autóipari alkatrészek kifutási ideje csökken, tehát a piac igénye alapanyag-oldalon is növekszik az egyre újabb és újabb acélminőségek iránt.

Prof. dr. Jármai Károly, a Miskolci Egyetem stratégiai rektorhelyettese, egyúttal a járműmérnök-képzés szakfelelőse előadásában a tavaly elindított járműmérnök-képzést mutatta be. A szakon jelenleg csaknem negyven diák tanul, közülük többen már a duális képzési modell keretében. Mint a professzor is megjegyezte, vélhetően nem lesz gondjuk az elhelyezkedéssel, hiszen a szakemberhiány problémájával küzd jelenleg az iparág. *Kilián Csaba*, a Magyar Gépjárműipari Egyesület főtitkára szintén az iparág acéltermék-igényeiről beszélt, kiemelve, hogy tavaly már 535 000 autót gyártottak Magyarországon. *Dékány Donát*, az Evopro Bus Kft. ügyvezetője a járműstruktúrák lehetséges szerkezeti elemeit, az acél, alumínium és kompozit anyagokat hasonlította össze, *dr. Szabó Attila*, a Dunaújvárosi Egyetem tanszékvezetője pedig az elektromobilitás és az acél kapcsolatáról beszélt. Az autóipari piac nagyságát jól jelzi, hogy a prognózisok szerint 2040-re már 400 millió eladott autó lesz a világon, ezek 35 százaléka lehet elektromos meghajtású jármű.

Két multinacionális autóipari beszállító tevékenységéről is képet kaphattak a szimpózium résztvevői. A Kirchoff Automotive alapanyag-beszerzési rendszeréről és az aktuális piaci tendenciákról *Uwe Hadwich* globális alapanyag-beszerzési igazgató beszélt. A vállalat a Dutrade-en keresztül használ fel dunaferres alapanyagot gépjárműipari alkatrészek előállításához. A BorgWarner csoport tevékenységét *Ralf-Schmitz Roeckerath* európai beszerzési igazgató mutatta be. Az utóbbi vállalattal kapcsolatban áll azt ISD Dunaferr Zrt. is: lengyelországi és németországi gyárukban kuplungtárcsák alapanyagaként felhasználható dunaferres acéllemezekkel kapcsolatban folynak a gyártási kísérletek. A BorgWarner részére legyártott és kiszállított termékek minősége az eddigi visszajelzések alapján megfelelő alapot jelenthet az ISD Dunaferr minősített beszállítói státuszának megszerzéséhez.

Szilágyi Irén

10. Nemzetközi Clean Steel konferencia

Budapest, 2018. szeptember 18–20.

Hagyományosan az OMBKE a házigazdája a 10. Nemzetközi Clean Steel konferenciának.
A konferencia szervezését a vaskohászat nemzetközi szervezetei mellett 18 ország nemzeti acélipari szervezete támogatja.
A konferencia hivatalos nyelve angol.

A konferencia az alábbi témakörökkel foglalkozik:
– *a zárványok keletkezése és módosítása;*
– *szimuláció és modellszámítások;*
– *az acél tisztaságának növelése a gyakorlatban;*
  - *a betétanyagok, tűzállóanyagok megválasztása;*
  - *primer és szekunder metallurgia;*
  - *keverés és áramlási feltételek;*
  - *salakok, folyósítószerek;*
  - *folyamatszabályozás;*
  - *extra kis C-, O-, S- és N-tartalmú acélok gyártása;*
  - *átolvasztási technológiák;*
— *az acél tisztasága és a folyamatos öntés;*
— *nagyméretű öntecsek tisztasága és dúsulásai;*
— *a zárványok viselkedése a feldolgozás során;*
— *a tisztaság vizsgálata folyékony és szilárd acélokban;*
— *a zárványosság és a tulajdonságok összefüggései különböző acéltípusoknál;*
— *az acéltisztaság szerepe különböző felhasználási területeken.*

A konferenciára 2018. január 15-ig lehet előadást bejelenteni, amelyet héttagú nemzetközi bizottság fog értékelni.
A szervezők örülnének, ha több magyar előadás is része lehetne a programnak.

Bővebb információ angol nyelven a konferencia honlapján (www.cleansteel10.com) érhető el.

A Vaskohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége

A Vaskohászati Szakosztály 2016. évi főbb rendezvényei helyi szervezetenként csoportosítva a következők.

A *Diósgyőri helyi szervezet* tagjai havonta tartottak baráti találkozót, szakmai beszélgetésekkel. Júniusban a Borsodi Bányász Klub nyugdíjas tagságával együtt gulyáspartit rendeztek a Massa Múzeum mellett. Júliusban az Egyetemi Osztály kohász tagozatával közösen látogatást tettek a felsőzsolcai SICTA Kft.-nél.

Közreműködtek a szeptemberi a X. Fazola Fesztivál szervezésében.

Több alkalommal részt vettek a bányász klub szakmai kirándulásain, Hajdúszoboszlón, Kazincbarcikán Sajókazán, Rudabányán és Tállyán, ahol bányásztelepüléseket, emlékhelyeket kerestek fel. A klub által szervezett Szent Borbála-szakestélyen is részt vettek.

A *Budapesti helyi szervezet* tagjai március 19–22-én részt vettek a Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka szakmai rendezvényein Kolozsváron, a Erdélyi Múzeum Egyesület és a helyi szervezet közötti együttműködés keretében. Az április 8–10-én tartott erdélyi EMT-konferencián is jelen voltak.

Október 14-én szakmai kirándulást szerveztek Inota-Csesznek-Bakonybánk útvonalon 42 résztvevővel.

Megrendezték a december 11-i XVIII. Luca-napi szakestélyt. Az erre az alkalomra készült kupán Verő József akadémikus képe látható, a megemlékezést Csirikusz József mondta el.

A fentieken kívül jelen voltak a központi egyesületi rendezvényeken is (Fazola-nap, semecbányai szalamander, Szent Borbála-ünnepség és mise).

A legkisebb létszámú *Salgótarjáni helyi szervezet* tagjai 1994-ben egyesültek az ugyancsak vállalat nélkül maradt bányász testvéreikkel, és közösen szervezik egyesületi életüket.

Folyamatosan megtartják a hó végi klubnapokat.

Az Acélgyár jövőre lenne 150 éves, a megemlékezés előkészítő munkái folynak, bár a gyár működése már megszűnt.

2016-ban is megtartották az immár hagyományos ipari emléknapot.

A nagylétszámú *Dunaújvárosi helyi szervezet* éves programját az egyesületi rendezvényekhez csatlakozva alakította ki, igazodva a társszervezetek programjaihoz.

Rendszeresen tartott klubnapjaikon a következő előadások hangzottak el:

Március 31. Magyarország energiahelyzete és lehetőségei, előadó Holoda Attila, energetikai szakértő.

Május 26. A profilgyártás lehetőségei, előadó Angeli Tamás, a Lemezalakítómű művezetője. A GPS alapú információs rendszer üzemeltetése a Szállítóműben, előadó Ősz László, a Szállítómű üzemviteli és karbantartási vezetője.

Június 30. 60 éves a kokszgyártás Dunaújvárosban, előadó Katona László, majd a Dunaferr Alkotói Alapítvány díjainak ünnepélyes átadása.

Szeptember 29. 60 éves az ércdarabosítás Dunaújvárosban, előadó Rácz Zoltán üzemvezető.

Október 27. Akkreditált anyagvizsgálatok és kalibrálások a Dunaferr Labor Nonprofit Kft.-nél – folyamatos változások, előadó Bocz András.

Május 20-án a Dunaújvárosi Egyetem által megrendezett Szalamander felvonuláson vettek részt.

A szeptemberi selmecbányai szalamander ünnepségen 12 tag képviselte Dunaújvárost.

A XXII. Szent Borbála Szakestélyen közel 100-an voltak jelen.

Boross Péter

Emléktábla került az egykori VASKUT falára

A 2016 végén tartott 7. VASKUT-találkozón a jelenlévők elfogadták *Lengyelné Kiss Katalin* javaslatát, hogy egykori munkahelyünk épületének bejáratánál helyezzünk el egy emléktáblát. Az öntöttvas táblát több mint 90 egykori munkatárs, valamint a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés és az Óbudai Egyetem támogatásával sikerült elkészíttetni.

2017. május 12-én eljött a nagy nap, és a Budapest, XI. Fehérvári út 130. sz. alatti épület, az egykori VASKUT bejáratánál, ahol ma már a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. működik, a meghívott vendégeket és megjelent munkatársakat az ötletgazda köszöntötte, majd ő vezette le a táblaavatási ünnepséget is.

Elsőként *Lissák Kálmánné*, a volt üzemorvosi Márti nővér versét olvasta fel, aki kedves szavakkal emlékezett az Intézetre és a munkatársakra, majd néma felállással tisztelegtünk a közelmúltban eltávozott *dr. Szőke László*, *dr. Bakó Károly*, és a régebben elhunytak emléke előtt.

Ezután *dr. Tardy Pál*, volt tudományos igazgatóhelyettes mondta el avatóbeszédét.

Először az Intézet történetéről adott rövid áttekintést: „Intézetünk története szorosan összefügg az ország és a szakma – a vaskohászat – történelmével. A 2. világháborút követő újjáépítés egész Európában az acélipar erőteljes fejlesztését igényelte. Így volt ez Nyugat- és Kelet-Európában egyaránt. A teljesítmény fokozása, az acélok minőségének és választékának növelése elképzelhetetlen volt hatékony kutató-fejlesztő tevékenység nélkül. Ennek érdekében létre kellett hozni a megfelelő infrastruktúrát, kiképezni az arra alkalmas személyzetet, és biztosítani kellett működésüket. A VASKUT történetének teljes elemzésére nincs mód; erre azonban szükség sincsen, hiszen az utolsó húsz évnek csaknem mindnyájan tanúi voltunk.

A Népgazdasági Tanács 1949 októberében döntött a Fémipari és Vasipari Kutató Intézet létesítéséről. Bár az intézetek épületének már 1949 végére kész kellett volna lenni, a beruházás késett, és a vasipari kutató

részleg két évig a Honvéd utcában lévő irodában működött. Ezt az időt elsősorban arra használták fel, hogy megtervezzék az Intézet laboratóriumait, műszerállományát. Ezt az épületet, amely előtt most állunk, 1951 szeptemberében vette át *Gillemot László* akadémikus igazgató. 1952-ben szétválasztva a két kutatóintézetet, *Verő József* akadémikust nevezték ki a Vasipari Kutató Intézet élére. Az átadás időpontjában ez az intézmény infrastruktúra és berendezésállomány szempontjából jobb volt a vele párhuzamosan létrejött többi iparági kutatóintézetnél.

Az emléktábla avatói dr. Pilissy Lajos és dr. Verő Balázs, dr. Tardy Pál kíséretében

Az 1950-es évek nemegyszer drámai politikai változásai következtében az intézet állami irányítása is több alkalommal változott. Különféle minisztériumi szervezetek után 1958-ban a Vaskohászati Igazgatóság, majd 10 évvel később, 1968-ban ennek jogutódja, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés felügyelete alá került. Az 1968-ban indult új gazdasági mechanizmus eredménye, hogy ettől kezdve vállalatszerűen kellett gazdálkodnia. Ez rövidesen az intézet nevében is megjelent: Vasipari Kutató és Fejlesztő Vállalat lett a neve.

Az acélipar szárnyalása a ’70-es évek végén, ’80-as évek elején Európa-szerte, hazánkban is véget ért; stagnálás, majd válsághelyzet alakult ki. A vállalatok anyagi gondokkal küszködtek, egyre nehezebb volt kutatás-fejlesztési tevékenységre megbízást szerezni tőlük. Az intézet vezetése ebben a helyzetben termelő tevékenységgel próbálta meg fenntartani a pénzügyi stabilitást, egyre csökkenő sikerrel. A rendszerváltást követő gazdasági átalakulás – a többi ipari kutatóintézethez hasonlóan – végképp ellehetetlenítette a működés fenntartását, az állam nem támogatta többé az ipari kutató-fejlesztő intézményeket sem pénzzel, sem megrendelésekkel, így az intézetet a 90-es évek első felében a többihez hasonlóan felszámolták.”

A jó hangulatú együttlét az idilli környezetben

Ezután megemlékezett az Intézet alapító személyiségeiről.

„A VASKUT alapító ősatyái az 1950-es, 60-as évek legkiválóbb szakemberei voltak, s az 50-es években nem jelentett nehézséget összegyűjteni és idehozni őket. Verő József professzor, akadémikus kétségbevonhatatlanul a legnagyobb tekintélye volt ekkor a magyar vaskohászatnak. Szavának, véleményének mindenütt súlya volt. Kutatóintézeti igazgatósága mellett professzor volt a miskolci műszaki egyetemen, ami hasznos volt a tehetséges kutatói utánpótlás biztosítása szempontjából is. Nagy tudása, tekintélye szerény, csendes személyiséggel párosult.

Verő professzor helyettese, *Szele Mihály* ugyancsak oktatott Miskolcon; ő tartotta a kapcsolatot a VASKUT-tal szerződött egyetemi hallgatókkal.

Ugyancsak professzor volt Miskolcon *Zorkóczy Béla*, a Hegesztési Osztály alapítója. Ő a Gépészmérnöki Karon figyelhetett fel a tehetséges, kutatásra alkalmas mérnökhallgatókra.

A kutatóosztályok vezetői szintén legendás, nagy tudású, tapasztalataikat szívesen és jól átadó szakemberek voltak. A teljesség igénye nélkül *Mester István, Sajó István, Éles László, Varga Ferenc, Szeless László, Fuchs Erik, Répás Pál, Szakács György, Kócsó Illés* emelhető ki.”

Az Intézetben folyó munkáról a következőket mondta:

„Nevéből következően az intézet legfontosabb megrendelői a hazai acélipari vállalatok voltak, de természetszerűleg a vas- és fémipari háttérkutatások is, így a hegesztés, a különleges anyagok területe, az öntészet teljes spektruma, később a környezetvédelem, az ipari mágnesek kutatása, a szabványosítási kérdések, az ipari gyémántszerszámok kidolgozása és az ezekhez szükséges vegyészeti, teljes anyagvizsgálati, fémtani, hőkezelési, korrózióvédelmi, minősítési eljárások kutatása és alkalmazása is területe volt az intézménynek. A veze-

tők és a kutatók közvetlen, jó kapcsolatokat alakítottak ki a vállalatok vezetőivel és szakembereivel; együtt dolgozták ki a kísérleti technológiákat, együtt értékelték az eredményeket és döntöttek azok hasznosításáról. A vállalatok műszaki fejlesztése során induló új berendezések, technológiák értékelése, működésük optimalizálása szintén gyakran közös munka eredménye volt. Jól tükrözi ezt az intézetben, vagy az intézet közreműködésével született számos licenc, szabadalom.

Az Intézet falán újra a VASIPARI KUTATÓ INTÉZET felirat, amelyet fénykorában viselt szeretett munkahelyünk

Azon túl, hogy az Intézet ellátta feladatait, jelentős részben a felsorolt személyiségeknek is köszönhetően, jó iskola volt a kutatók nevelésére és tudományos pályájuk megindítására. Az első 20 év látványos eredményei után (egy akadémiai doktor, 13 kandidátus, 13 egyetemi doktor szerzett fokozatot) a gazdasági környezet változása következtében később már szerényebb eredmények születtek. A VASKUT publikációs tevékenysége is látványos volt: az első 20 évben 55-60 könyv, 6-800 folyóiratcikk jelent meg a munkatársainak tollából. Később a körülmények már említett változásai miatt csökkent az ez irányú tevékenység.

A tudomány, a kutatás-fejlesztés nemzetközi jellegű: a külföldi eredmények, módszerek megismerése nélkül nem lehet sikeres az ilyen tevékenység. Az Intézet az akkori adottságok mellett is széleskörű nemzetközi kapcsolatrendszert tudott kialakítani. Először természetszerűen a szocialista országok hasonló profilú intézményeivel alakult ki együttműködés, a 60-as évek végétől azonban már nyugat-európai kutatóintézetekkel, egyetemekkel is. Ebből a szempontból élenjárónak számítottunk a szocialista országok hasonló intézményeihez képest.

Az Intézet megszűnése után derült ki, hogy milyen jó iskola volt a fiatal szakemberek számára. A volt munkatársak közül sokan igen sikeres pályát futottak be: vállalkozóként, egyetemi oktatóként, kutatóként, különböző intézmények, társadalmi szervezetek vezetőiként országos, nem egyszer nemzetközi hírnévre tettek szert. A mai alkalom is bizonyítja, hogy hűek maradtak alma materükhöz."

Beszédét az alábbi gondolatokkal fejezte be:

„Csak az előbb felsorolt, kétségtelenül jelentős dolgok miatt nem jött volna az avatásra ennyi korábbi munkatárs, nem adományoztak volna ilyen bőkezűen ennek az emléktáblának a felállítására. Nem hallottam arról, hogy a hozzánk hasonló sorsú kutatóintézetek közül bármelyiknek ilyen utóélete lenne. Volt ennek az intézetnek valami olyan összetartó szellemisége, ami túlélte magát az intézetet, és több mint 20 évvel a megszűnése után is évente emlékezésre, baráti beszélgetésre összehozza az embereket. Ebben nyilván benne van az is, hogy legtöbben itt töltöttük fiatalságunk legszebb éveit. Barátságok, szerelmek, házasságok születtek vagy alapozódtak meg itt és később is éltek az itteni szakmai, emberi kapcsolatok. Máig mindnyájan örülünk egymás sikereinek, együtt gyászoljuk egy-egy volt kollega halálát."

Végül a résztvevők nevében köszönetet mondott Lengyelné Kiss Katalinnak, akinek a fejéből kipattant az ötlet, hogy emléktáblát helyezzünk el az épület falára. Mint látható, az ötlet sikert aratott, és az egykori munkatársak adakozásának köszönhetően megvalósult. Ezzel nemcsak a VASKUT-nak, hanem az Intézet egykori munkatársainak is emléket állítunk és bízunk benne, hogy a minket követő utókor sem fog megfeledkezni arról, hogy: Volt egyszer egy VASKUT.

A résztvevőknek átadott emléklapon is szereplő középkori költemény, „A vasról való ének" előadásával folytatódott a műsor, amit az Öveges Szakgimnázium diákja adott elő.

Az emléktáblát *dr. Pilissy Lajos*, a legidősebb volt vaskutas és *dr. Verő Balázs* leplezte le, majd az egykori munkatársak nevében *Bass Katalin* és *dr. Darvas Zoltán* helyezte el a koszorút.

Dr. Tardy Pál köszönetet mondott az ünnepséget és az azt követő majális feltételeit biztosító személyeknek és szervezeteknek. Elismerésül VASKUT-érmet adott át nekik és az eddigi nyolc VASKUT-találkozó szervezésében részt vállaló kollégáknak, külön kiemelve Darvas Zoltán és Lengyelné Kiss Katalin önzetlen munkáját.

Az ünnepséget a *Boross Péter* kohómérnök által intonált Kohászhimnusz eléneklése zárta.

A résztvevők ezután átvonultak az Intézet kertjében berendezett majális helyszínére. Útközben magukhoz vették az erre a napra emlékeztető – az egyik VASKUT-as adományozó által biztosított – söröskupát. Az új helyszín főszereplője *dr. Lengyel Károly* lett, aki helyben készített korhelylevesével osztatlan elismerést aratott.

A jó hangulatú evés-ivást színezte *dr. Buza Gábor* személyes hangvételű kupaavató beszéde. Aztán beindult a felszabadult beszélgetés és emlékezés. Egyes kollégákat hazamenetelre csak a közelgő zápor noszogatott, de a bátrabbakat ez sem tudta elriasztani.

Darvas Zoltán
L. Kiss Katalin
Tardy Pál

ROVATVEZETŐK: *Lengyelné Kiss Katalin és Szende György*

RICK TAMÁS

Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a Fémalk Zrt.-nél

A versenyképesség megőrzése érdekében egy sikeres vállalat életében folyamatos a technológiai fejlődés. A cikk a Fémalk Zrt. életéből ragad ki egy példát, amely egy új technológia bevezetésének lépcsőit mutatja be. A vákuumöntés lehetőséget ad oldó hőkezelésű, nagy szilárdságú, hegeszthető alkatrészek hidegkamrás nyomásos öntési eljárással történő gyártására.

1. ábra. A Fémalk Zrt. 2014-ben felépült dunavarsányi üzeme

Bevezetés

A Fémalk Zrt. 1989-ben alakult, 100% magyar magántulajdonban lévő vállalat, fő tulajdonosa *dr. Sándor József*. A vállalat az autóipar számára készít nyomásos alumíniumöntvény alkatrészeket, közvetlen beszállítója a BMW, VW, Porsche, Bentley autógyáraknak és jelentős autóipari rendszerbeszállítóknak, mint a BASF, BOGE, Vibracoustic, Bosch, Hella, Hutchinson. Az elmúlt évek dinamikus fejlődése nyomán, miközben dolgozói létszáma megközelítette az 1000 főt, 2015-ben árbevétele elérte a 87,1 millió eurót. Zöldmezős beruházásként 2014-ben készült el a cég dunavarsányi telephelye *(1. ábra)*, ahol további 20 öntőgép számára biztosított a termelési terület *(2. ábra)*. A Fémalk Zrt. széleskörű szolgáltatást nyújt vevői számára, hiszen nemcsak öntéssel foglalkozik, hanem magas szinten támogatja vevői termékfejlesztési folyamatait is. Saját termékfejlesztő osztállyal és szerszámüzemmel rendelkezik, továbbá folyamatosan bővíti az öntvénymegmunkálási és -szerelési kapacitását. Fokozott figyelmet fordít a technológiai fejlesztésekre és öntészeti know-how elsajátítására. A cikk technológiai fejlesztéseink egyik fontos eredményét, a vákuumöntést mutatja be.

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.-nél. 2010-től a vállalat termékfejlesztési vezetője, 2015-től igazgatóhelyettese, a kutatásért és fejlesztésért felelős vezető. Az MTA Köztestületi tagja, 2015-től a DVM (Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung) tagja.*

Autóipari kihívások

Az autóipari igények nagyban hozzájárultak az alumínium széleskörű elterjedéséhez és feldolgozási technológiáinak fejlődéséhez. Ma az alumíniumötvözetek legnagyobb felhasználási területe az öntvénygyártás, azon belül is a nyomásos öntéssel készült alkatrészek vezetik a rangsort. Az alapanyag könnyű feldolgozhatóságán, megmunkálhatóságán túl az öntési technológiát az teszi vonzóvá, hogy ezzel az eljárással lehet olyan alkatrészeket gyártani, melyek a lehető legtöbb funkció egy alkatrészbe való integrálását teszik lehetővé. Ennek természetes velejárója az alkatrészek egyre növekvő komplexitása, bonyolultsága, illetve a velük szemben támasztott mechanikai tulajdonságok egyre magasabb követelménye.

A könnyűszerkezetes építési mód első követelménye a kisebb sűrűségű, könnyebb anyagok, mint például az alumínium és ötvözeteinek felhasználása. A második követelménynek tekinthetjük azt az igényt, amikor anyag szilárdsági, mechanikai tulajdonságainak növelése által érjük el a tömegcsökkentést. Ezt részben igényes technológiai megoldásokkal, speciális

ötvözetekkel, vagy éppen hőkezeléssel lehet elérni.

Egy vállalat piaci versenyképességét és értékét a vállalat technológiai és termékfejlesztési tudása nagyban meghatározza. Ma a kelet-európai piacon nagyon kevés öntöde rendelkezik a vákuumöntés képességével, az azt jellemző technológiai többlettudással. A Fémalk Zrt. a vákuumöntés technológiájának sikeres honosításával gyakorlatilag az európai vezető öntödék körébe került. Az elsajátított új gyártási technológia a cég termékspektrumát oly módon bővíti, hogy ezt új bevételi forrásnak tekinthetjük, amely akár egy újabb gazdasági válság esetén is segítheti a túlélést.

2. ábra. Az egyik öntőcellasor az új csarnokban

A vákuumöntésről

Mi is az a vákuumöntés, és hogyan függ össze ez a hőkezeléssel? A hagyományos nyomásos öntéstechnika esetén a formaüregből eltávozni nem tudó levegőt az ún. multiplikátornyomás alkalmazásával összepréseljük. E nyomás értéke a szerszámüregben elérheti akár a 800-1000 bar-t. Az öntvények hőkezelése során, magas hőmérsékleten az alumínium szilárdsága azonban oly mértékben csökken, hogy az összepréselt légbuborékok kitágulhatnak és ez nagymértékű méretváltozáshoz, valamint az öntvény felületén megjelenő buborékokhoz vezethet, ami természetesen minőségileg nem elfogadható. Mindez vákuum (80-100 mbar a szerszámüregben) használatával elkerülhető, így az öntvények alávethetők a korábban említett nagy hőmérsékletű hőkezelésnek.

A hőkezeléssel elérhető mechanikai tulajdonságok széles skálán mozognak, így az öntvény a végső funkciónak megfelelő állapotba hozható. Karosszériaelemek esetén alapelvárás, hogy ütközés esetén energiaelnyelő funkciót lássanak el, továbbá, hogy az alkatrész a jármű egyéb elemeivel szegecseléssel, hegesztéssel összekapcsolható legyen. Ilyen esetben a nagyobb nyúlás a kedvező, melyet a T7 típusú hőkezeléssel lehet elérni. Abban az esetben, ha a szilárdság az elsődleges, pl. tartóelemek esetén (motor és váltótartók), akkor a T6 típusú hőkezelés javasolt. Az *1. táblázat* az AlSi10MnMg ötvözet elérhető mechanikai tulajdonságait mutatja vákuumöntés és különböző hőkezelési típusok esetén [1].

Hidegkamrás, hagyományos nyomásos öntési eljárással, szekunder ötvözetekkel (pl. AlSi9Cu3) 130–150 MPa folyáshatár, 1–2% szakadási nyúlás, primer típusú ötvözetek (pl. AlSi10MnMg) esetén a 120–150 MPa folyáshatár és 3–5% szakadási nyúlás érhető el. A szekunder ötvözetek és a primer típusú ötvözetek közötti fő különbséget a mechanikai tulajdonságokat rontó egyéb szennyezők (pl. Fe) jelenléte jelenti. Mint ismeretes, az öntvény belső inhomogenitása szilárdságcsökkentő tulajdonságú. Ennek egyik oka a porozitás, de meg kell említeni még az oxidtartalmat is. A porozitás döntően a nyomásos öntőszerszám két formafele között maradó levegőből keletkezik, amelyet a formatöltés során az igen gyors (40-70 ms) formatöltés miatt nem tudunk kellő mértékben kipréselni a szerszámüregből, így azt az alumínium közrezárja. Amint arról már szóltunk, ezt valamivel csökkenti, hogy a formatöltés utáni 3. fázis során a multiplikátornyomás alkalmazásával a bezáródásokat összepréseljük.

Ahhoz, hogy a belső inhomogenitásokat tovább csökkenthessük, el kell szívni a szerszámüregből a levegőt. Ezt a technikát nevezik vákuumöntésnek. A továbbiakban a szerszámüregben vákuumszivattyúval létrehozandó 80-100 mbar abszolút nyomás elérésének technikáját részletezem. Ezt a technikát vezette be a Fémalk Zrt., és ez az a technika, ami ma a leginkább elterjedt eljárás az öntött karosszériaelemek, ill. a hőkezelhető nyomásos öntvények gyártása terén.

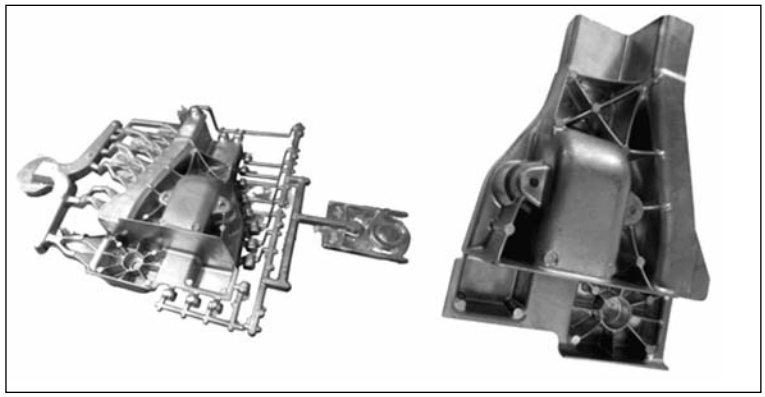
A vákuumöntés során a szerszámzárást követően az olvadék a hagyományos nyomásos öntési eljárás szerint a hőn tartó kemencéből kerül az öntőkamrába, majd az 1., kis sebességű fázissal (az öntődugattyú kis sebességgel mozog) elkezdődik a töltőkamra és a formaüreg feltöltése. Miután az öntődugattyú elhagyta a töltőkamra betöltőnyílását, a vákuumszivattyú egy speciális vákuumszelepen keresztül elkezdi elszívni a levegőt a formaüregből. A vákuumszelep és az elszívás mindaddig aktív, míg a 2. nagy sebességű fázisban a szerszámüreg fel nem töltődik az olvadékkal. A 2. fázis során az öntődugattyú sebessége – öntvénytől függően – 3–4 m/s. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a mechanikai tulajdonságok miatt és a későbbi hőkezelhetőség érdekében is szükséges a formaüregben a nyomást 80-100 mbar értékre csökkenteni.

Ha az öntvényt a későbbiekben nem hőkezeljük, úgy csak kismértékű javulás tapasztalható a szakadási nyúlásban. Az AlSi10MnMg ötvözet esetén pl. 5–7% szakadási nyúlás érhető el ily módon. A mechanikai tulajdonságok nagymértékű változását csak nagy hőmérsékleten folyó oldó

1. táblázat. Az öntött és hőkezelt AlSi10MnMg ötvözet mechanikai jellemzői

AlSi10MnMg (Silafont 36, Rheinfelden katalógus adatok)			
Állapot	Folyáshatás $R_{p0,2}$ [MPa]	Szakítószilárdság R_m [MPa]	Szakadási nyúlás A_5 [%]
Öntött	120–150	250–290	5–11
T6 hőkezelt	210–280	290–340	7–12
T7 hőkezelt	120–170	200–240	15–20

hőkezeléssel és az azt követő mesterséges öregítéssel lehet elérni. Ilyen hőkezelés a korábban említett T6 és T7 típusú hőkezelés, mely során az öntvényt 490 °C-on 3-6 órán keresztül hőn tartjuk, hogy az oldódásnak legyen ideje végbemenni, majd ezt az állapotot egy gyors, vízben történő hűtéssel befagyasztjuk. Az öregítés során a hőmérséklet (170-250 °C) és a hőn tartási idő (1-2 óra) megfelelő megválasztásával lehet a szakadási nyúlást vagy a folyáshatárt és szakítószilárdságot beállítani.



3. ábra. Vákuumöntéssel készült karosszériaelem öntvénye a beömlőrendszerrel, ill. kiszállításra készen

4. ábra. A Porsche új fejlesztésű Mission E típusú autójába is beépítenek Fémalkos öntvényt

Az új technológia bevezetése és sikere

Milyen út vezetett addig, hogy ezt az eljárást vállalatunk honosítani tudta? Az első kísérletek, melyeket váltakozva kudarcok és sikerek kísértek, 2015 novemberében kezdődtek. Ezekből mind sokat tanultunk. Az út azzal kezdődött, hogy meg kellett tanulnunk a vákuumszivattyú és -szelep működését, működtetését, e berendezések karbantartását. A vákuumöntés olyan szerszámkonstrukciót követel meg, amely során biztosított a szerszám tömör, közel szivárgásmentes zárása. Ha ez nem áll fenn, akkor a vákuumszivattyú nem képes lecsökkenteni a nyomást a megkívánt 80–100 mbar-ra. Ehhez olyan tömítésekre (zsinórtömítés) volt szükség, amelyek nagy hőmérsékleten is ellátják feladatukat, nem égnek el. Nem csak a szerszámüreg tömítését kellett azonban megoldani, mert a kilökők mentén is szivároghat levegő a szerszámba. Így magát a kilökő szekrényt is le kellett tömíteni.

Újdonság volt számunkra az öntőgép lövési paramétereinek megfelelő beállítása is. Szükség volt egy új gondolkodásmódra a vákuumszivattyú és az öntőgép lövésvezérlésének összehangolásához. Külön optimalizálási folyamat volt az öntődugattyú kenésének és a formaleválasztó felvitelének beállítása annak érdekében, hogy minél kevesebb olyan anyag jusson a formaüregbe, amely hozzájárulhat a gázképződéshez. Sokat tanultunk az olvadékkezelés terén is. Az olvadék minősége ugyanis szintén nagymértékben befolyásolja az öntvény szövetében megjelenő inhomogenitások mértékét. Ki kellett dolgoznunk azokat a technológiákat és olvadékkezelési folyamatokat, amelyek segítségével az olvadék gáztartalma, sűrűségi indexe alacsony értéken tartható, valamint gondoskodni kellett a megfelelő oxidmentesítésről is.

A tanulási folyamat sikerrel zárult és a próbatesteken végzett mechanikai vizsgálatok visszaigazolták a 1. táblázatban szereplő értékeket.

Tanulási folyamatunkkal szinte párhuzamosan, 2016 márciusában kaptuk a Porsche AG részéről a felkérést egy jobb és bal oldali karosszériaelem gyártására, amelyek egyenként 1,5 kg tömegűek, általános falvastagságuk pedig 2,5 mm. Az alkatrésszel szemben támasztott követelmények új szintet jelentettek számunkra. Biztosítanunk kellett a szegecselhetőséget, a hegeszthetőséget és a darab hőkezelhetőségét, mivel az elvárt mechanikai tulajdonságok (folyáshatár >150 MPa, szakítószilárdság >180 MPa, szakadási nyúlás >10 %) csak így érhetők el. A 2016 októberében végrehajtott próbaöntések alapján mindkét alkatrész (a jobb- és bal oldali változat egymás tükörképei) teljesíti az elvárt követelményeket, így nem áll semmi a prototípus alkatrészek 2017 januári kiszállításának útjában. A *3. ábra* magát az öntvényt, ill. az öntvényt a beömlőrendszerrel együtt mutatja. Az alkatrészeket T7-es hőkezelés után megmunkáljuk és Helicoil-menetbetéteket szerelünk bele. Ezt követi a felületi passziválás és a kiszállítás. A Fémalk öntvényét 2019-től a Porsche Mission E *(4. ábra)* autókba építik be. Az autó évi várható gyártási darabszáma meghaladja a 30.000 darabot [2].

A projekt sikeréhez nagyban hozzájárult az a K+F+I tevékenység, melyet a 2016-ban megnyert KFI_16 pályázatunk keretében végzünk.

Irodalom

[1] http://rheinfelden-alloys.eu/wp-content/uploads/2017/01/Handbuch-Druckguss-Aluminium-Legierungen_RHEINFELDEN-ALLOYS_2016.pdf

[2] http://www.porsche.com/microsite/mission-e/international.aspx

BUDAVÁRI IMRE – DARGAI VIKTÓRIA – VARGA LÁSZLÓ

Vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata „Hot distortion” készülékkel

A kutatómunka során egy 2003-ban Düsseldorfban megjelent, szervetlen kötésű, Inotec márkanevű kötőanyagot tartalmazó, vízüveges magkészítő technológiával előállított maghomokkeverék melegdeformációs jellemzőit vizsgáltuk. A méréseket a BCIRA Hot Distortion készülékén végeztük. Vizsgáltuk az Inotec kötőanyag és egy szervetlen, valamint egy szerves adalékanyag hatását a maghomokkeverékek melegdeformációs jellemzőire.

Bevezetés

A napjainkban gyártott öntvényekkel szemben az egyik legfontosabb vevői elvárás a méretpontosság. Mivel az előállított öntvények jelentős hányadát továbbra is homokformába öntik, ezért a forma- és magkészítés során fontos a formák és magok méreteinek biztosítása. A ma alkalmazott technológiáknak köszönhetően olyan formák és magok állíthatók elő, melyek tulajdonságai, így a méretei is szobahőmérsékleten stabilak, az elvárt előírásoknak megfelelőek. Ugyanakkor a különböző homok/kötőanyag rendszerek eltérően viselkednek az öntés és a dermedés során. Ezért fontos a homokkeverékek tulajdonságainak vizsgálata magas hőmérsékleteken is.

Az öntés során a forma és a mag hő- és mechanikai igénybevételnek van kitéve, melynek hatására különböző termomechanikai és termokémiai folyamatok játszódnak le a formát és magot adó homokkeverékben. Hőterhelés hatására a homokkeverék alkotóiban bekövetkező változások együttesen a forma/mag hőtágulását, deformációját vagy törését idézhetik elő [1]. Ezek a folyamatok olyan selejttípusokat eredményezhetnek, melyek következtében az öntvény felhasználásra alkalmatlanná válhat. Az állandó minőségű, méretpontos öntvények előállítása érdekében fontos ismerni a különböző homokkeverékek termikus tulajdonságait, ezáltal olyan összetételű forma/mag állítható elő, amelynek szobahőmérsékleten és az öntési hőmérsékleten is a lehető legkisebb a méretváltozása.

1. Homokkeverékek melegdeformációs vizsgálata

1.1. Melegdeformációs (hot distortion) vizsgálóberendezések

A homokkeverékek magas hőmérsékletű vizsgálatainak célja a keverék tulajdonságainak tanulmányozása az öntéshez közeli hőmérsékleten. E vizsgálatok közül fontos megemlíteni a melegdeformációs vizsgálatot, amely a homokkeverékek hő hatására végbemenő hőtágulásának és deformációjának tanulmányozására szolgál. 1966-ban a British Cast Iron Research Association (BCIRA) kifejlesztett egy készüléket, amely hamar elterjedt a különböző kémiai kötésű szerves maghomokkeverékek (pl. croning, cold-box és hot-box) vizsgálatára [2]. Az *1. ábra* a BCIRA melegdeformációs vizsgálókészülékét és annak fő részeit mutatja be.

A melegdeformációs vizsgálat arról nyújt információt, hogy miként viselkedik a forma és a mag az olvadékkal történő érintkezés során. A méréseket maglövőgéppel készített, 114,3 × 25,4 × 6,35 mm-es, hasáb alakú próbatesteken végeztük. A vizsgálat során a próbatest egyik vége rögzített, a másik végére 0,3 N terhelőerő hat, s alulról egy gázégő melegíti. A vizsgálat során a gáz/levegő arány beállításával lehet a láng intenzitását szabályozni. A lángrögzítő lemez biztosítja a lángnak a próbatest felületére merőleges irányú áramlását. [3–4].

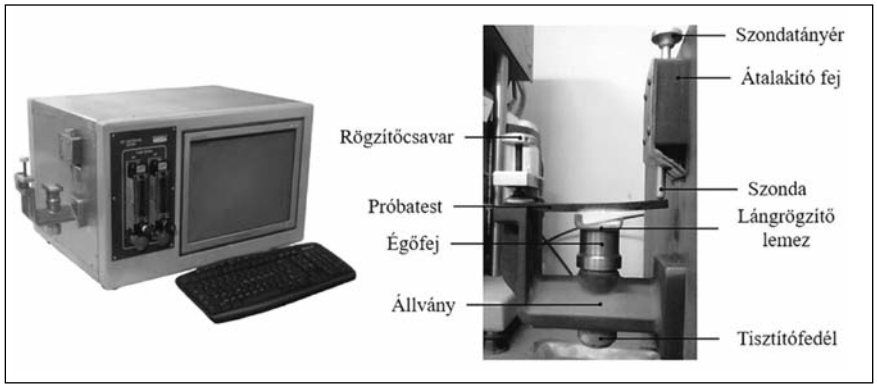
Hőterhelés hatására a próbatestben hőmérsékletkülönbség alakul ki, a melegített oldala nagyobb mértékben tágul, mint az ellenkező oldala. Az eltérő tágulás hatására a próbatest felfelé hajlik. Az elmozdulást a próbatest szabad végére illesztett mérőszonda méri. A próbatest a maximális hőtágulást elérve további hőterhelés hatására lefelé hajlik, zsugorodik. A pozitív és negatív deformációt, vagyis az elmozdulást a készülék az idő függvényében ábrázolja [3–4].

A maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálatára napjainkban számos egyéb vizsgálókészülék is rendelkezésre áll. Egyes készülékek a BCIRA Hot Distortion mérőberendezésének továbbfejlesztett változatai, melyeknél már lehetőség van a hőleadó közeg, valamint a próbatest felületi hőmérsékletének rögzítésére is. Ilyen a lengyel

Budavári Imre *2011-ben végzett okl. kohómérnökként a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntész–minőségirányítási szakirányon. 2015 óta az Öntészeti Intézetben dolgozik, mint mérnöktanár. Kutatási területe: a maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata.*

Dargai Viktória *BSc-tanulmányait 2009-ben kezdte meg a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. 2013-ban MSc-képzését öntészet szakirányon folytatta, melynek keretében hat hónapot töltött vendéghallgatóként a Freibergi Egyetem Öntészeti Intézetében. Jelenleg az Öntészeti Intézet PhD-hallgatója. Kutatási területe: az anorganikus kötőanyagok öntészeti alkalmazása a forma- és magkészítésben.*

Dr. Varga László *öntészeti szakirányos kohómérnöki oklevelét 1999-ben szerezte a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán, majd doktori disszertációját 2003-ban védte meg. 2014-ben tért vissza a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karára, ahol 2015 óta az Öntészeti Intézet igazgatója.*



1. ábra. A BCIRA által kifejlesztett melegdeformációs vizsgálókészülék és fő részei

gyártmányú DMA Hot Distortion készülék, valamint továbbfejlesztett változata, a Hot Distortion Plus® [5–6]. Az amerikai Western Michigan University fejlesztésének köszönhetően a Thermal Distortion Tester vizsgálóberendezésben egy kör keresztmetszetű próbatesten történik a deformáció vizsgálata a hőmérséklet és az idő függvényében. A berendezésben beállítható a vizsgálat hőmérséklete, valamint a fém nyomása, melyet öntéskor az olvadék az adott hőmérsékleten a magra kifejt [7].

1.2. Különböző maghomokkeverékek melegdeformációs jellemzői

Az elmúlt évtizedekben számos kutatás történt a maghomokkeverékek melegdeformációs jellemzőinek meghatározására. A vizsgálatok során megállapították, hogy a homokkeverékek melegdeformációs tulajdonságait döntően meghatározza a homok típusa, granulometriai jellemzői, a kötő- és adalékanyagok minősége, mennyisége.

Mivel a maggyártás területén az elmúlt évtizedekben a szerves kémiai kötésű, műgyantás homokkeverékek terjedtek el, a kutatások során erre a területre helyeztek nagyobb hangsúlyt.

A melegdeformációs vizsgálatok során a próbatestben a homok hőterhelés hatására bekövetkező hőtágulását a kötőanyag szilárdságcsökkenése, lágyulása, végül zsugorodása kompenzálja, módosítja. A gyanták termikus stabilitása kicsi, termikus igénybevétel hatására rövid időn belül végbemegy a szilárdságcsökkenésük. Az egyes gyantatípusokat a hőigénybevétel hatására eltérő mértékű szilárdságcsökkenés jellemzi [8]. Ebből adódóan a különböző technológiával előállított magok eltérő melegdeformációs tulajdonságokat mutatnak, melyet a *2. ábrán* látható melegdeformációs görbék szemléletesen ábrázolnak az idő függvényében.

A diagramból látható, hogy a furángyantás homokkeverékből készült próbatestet nagymértékű tágulás jellemzi. Hőterhelés hatására a próbatest tágulása addig tart, amíg a homokszemcsék közötti kötési hidak ridegen el nem törnek. Cold-box gyanták esetén a maghomokkeverékek hőtágulása rövid időn belül végbemegy, melyet a keverék zsugorodása követ. A magok degradációja (minőségromlása) 10-15 mp alatt bekövetkezik. A héjhomokok novolak típusú gyantája termoplasztikus tulajdonságokat mutat. Termikus igénybevétel hatására a maghomokkeverék tágul, majd termoplasztikus deformáció megy végbe [8].

A maggyártás területén alkalmazott homokkeverékek másik csoportjáról, a szervetlen kötésű vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációjáról kevés információ található a szakirodalomban, mivel a XX. század végére jelentősen visszaszorult az alkalmazásuk. Ugyanakkor a 2000-es évek elején új, szervetlen kötőanyagot alkalmazó maggyártási technológiák jelentek meg, melyek célja a szerves, műgyantás eljárások leváltása, ezzel csökkentve az emberi szervezetre és a környezetre is káros szennyező anyagok kibocsátását. Ezeket a technológiákat a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyre több öntödében alkalmazzák.

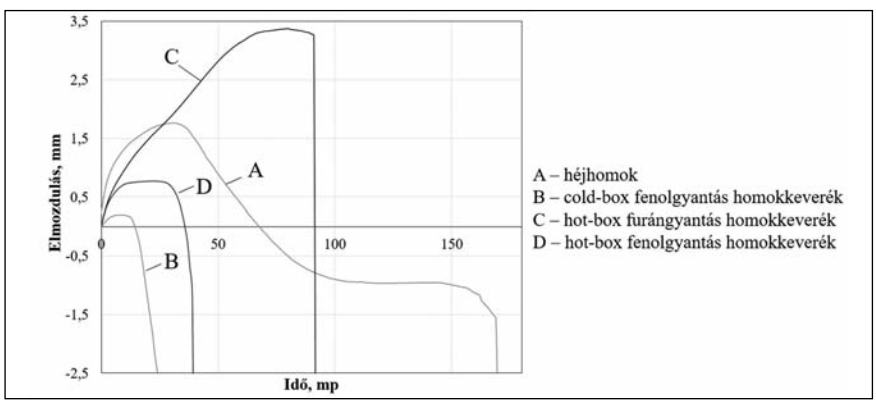
2. Szervetlen vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs vizsgálatai

2.1. A vizsgálat célja és menete

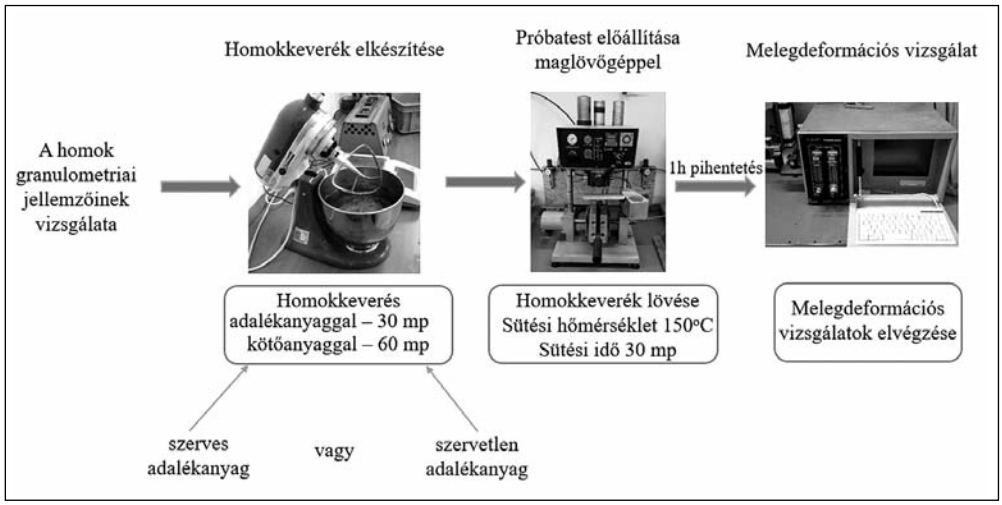
Méréseink során az Inotec eljárással készített vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságait kutattuk. Vizsgáltuk az Inotec kötőanyag, valamint egy szervetlen és egy szerves adalékanyag hatását a maghomokkeverék melegdeformációjára. Méréseinket a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézetének homoklaboratóriumában végeztük. A vizsgálatok menetét a *3. ábrán* látható folyamatábra mutatja.

A vizsgálatokhoz SH 34 típusú homokot használtunk, az Inotec kötőanyag szervetlen adalékát Promotor A, a szervest Promotor B elnevezéssel tüntettük fel.

Vizsgálataink során először meghatároztuk a homok granulometriai jellemzőit, majd elkészítettük a melegdeformációs vizsgálatokhoz alkalmazott szabványos próbatesteket az Inotec magkészítő technológiával, 150 °C-os sütési hőmérsékleten, 30 mp sütési idővel.



2. ábra. Különböző maghomokkeverékek melegdeformációs görbéi



3. ábra. A kísérlet részfolyamatai

1. táblázat. Az elvégzett vizsgálatok paraméterei

Jelölés	Homok	Kötőanyag	Adalékanyag	Kötőanyag mennyisége, %	Adalékanyag mennyisége, %	Sütési hőmérséklet, °C	Sütési idő, mp
K1	SH 34 új homok	Inotec		1,6	–	150	30
K2				1,9			
K3				2,2			
K4				2,6			
K5				3			
PA1			Promotor A	2,2	0,45		
PA2					0,7		
PA3					0,9		
PA4					1,1		
PA5					1,3		
PB1			Promotor B		0,45		
PB2					0,7		
PB3					0,9		
PB4					1,1		
PB5					1,3		

A mérésekhez öt-öt próbatestet állítottunk elő, majd ezt követően egy óra pihentetés után elvégeztük a próbatestek melegdeformációs vizsgálatát. A cikkünkben feltüntetett eredmények az átlagértékeket jelölik. Az *1. táblázatban* a vizsgálatok paraméterei láthatóak.

A vizsgálatokhoz SH 34 típusú természetes kvarchomokot alkalmaztunk, amely három frakcióból áll, több mint 60%-ban 0,2-0,32 mm átmérőjű szemcséket tartalmaz. A homok 62%-a megközelíti a 0,25 mm átlagos szemcseméretet, kismértékű eltérést mutatva a gömbformától. A *2. táblázatban* a fő granulometriai jellemzőket foglaltuk össze.

2.2. Melegdeformációs vizsgálatok

A melegdeformációs vizsgálatokhoz szükséges vízüveges maghomokkeveréket Multiserw Morek típusú bolygómozgásos keverőben készítettük elő. A keverés során először az adalékanyagot, majd a kötőanyagot adagoltuk az alaphomokhoz. A keverés időtartama az adalékanyagnál 30 mp, míg a kötőanyagnál 60 mp volt.

A már ismertetett méretű, hasáb alakú próbatesteket Simpson Gerosa maglövőgéppel készítettük 150 °C sütési hőmérsékleten 30 mp sütési idővel, valamint 6 bar lövőnyomással. Hő hatására a kötőanyagban lévő oldószer, a víz, részben eltávozik a rendszerből. Az alkotók között további kémiai folyamat játszódik le, amely a kovasav-molekulák polimerizációját eredményezi, további vízkilépés mellett.

A melegdeformációs vizsgálatokat a Simpson Gerosa által gyártott BCIRA Hot Distortion készüléken végeztük el.

2. táblázat. Az SH34 kvarchomok fő granulometriai jellemzői

Fő frakciók méretei (mm) és százalékos mennyiségük (%)	0,1-0,2 mm frakció 22,08% 0,2-0,315 mm frakció 60,72% 0,315-0,6 mm frakció 16,91%
Közepes szemnagyság, diagramból D (mm)	0,25
Egyenletességi fok, E (%)	62
Közepes szemcseméret, számított D (mm)	0,27
Finomsági szám, F_{sz}	60
Valódi fajlagos felület, F_a (cm^2/g)	125
Elméleti fajlagos felület, F_e (cm^2/g)	95,3
Sarkossági tényező, S	1,3

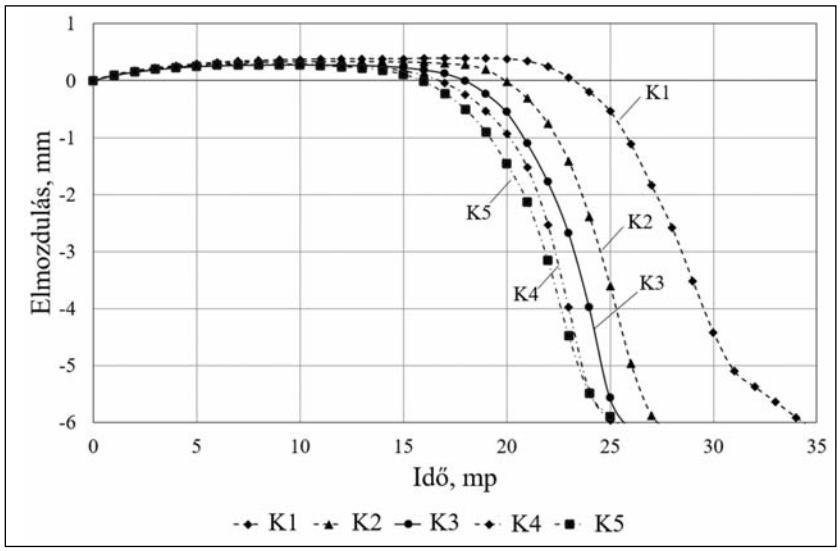
A kötőanyag hatása a vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációjára

Kutatásaink során először a kötőanyagtartalom hatását vizsgáltuk a szervetlen, vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs jellemzőire. A kísérletsorozatban alkalmazott kötőanyag mennyiségeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A homokkeverékek nem tartalmaztak adalékanyagot.

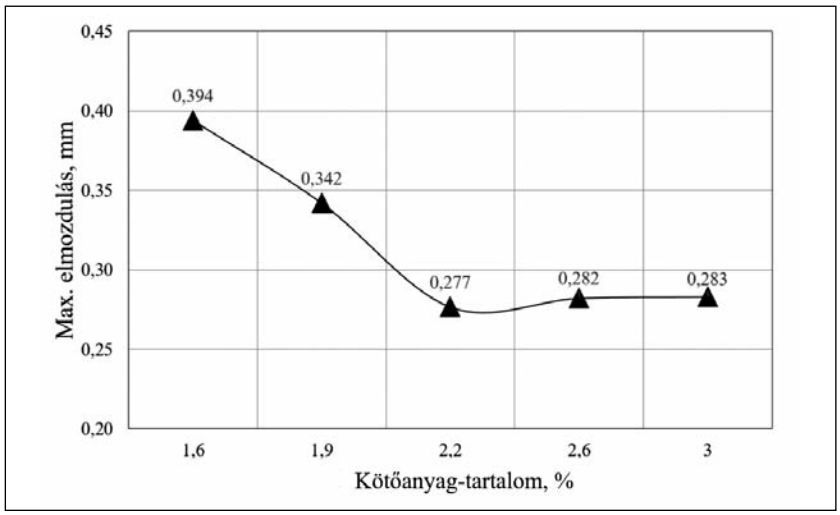
A próbatestek melegdeformációja az idő függvényében a *4. ábrán* látható.

A görbékből megállapítható, hogy a vizsgált vízüveges maghomokkeverékből készült próbatesteket kismértékű hőtágulás jellemzi. A hőterhelés hatására a homokkeverékben lévő kvarchomok szemcsék tágulnak. Ezt a szabad tágulást a kötőanyag hővel szembeni viselkedése kompenzálja. A diagramból látható, hogy a próbatestek a termikus igénybevétellel szemben ellenállóak, ami a kötőanyag hőállóságának köszönhető.

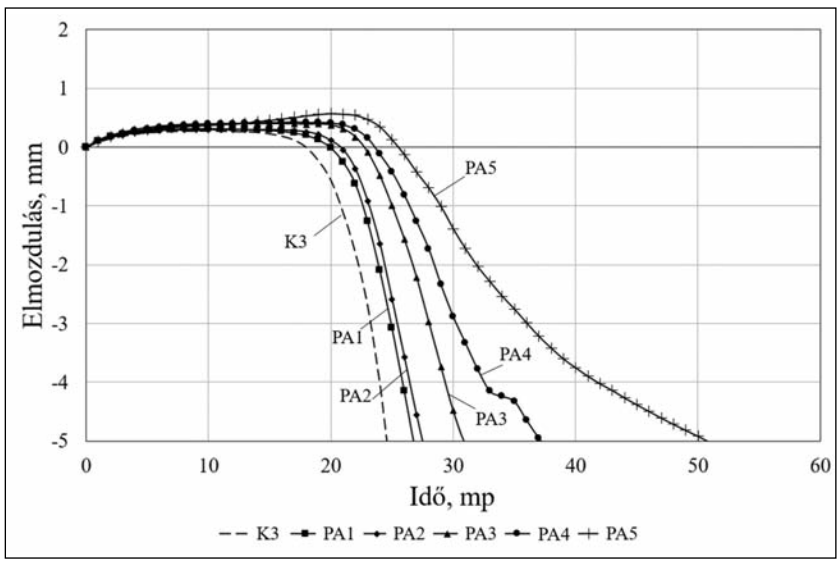
Az 1.2. fejezetben már ismertetett szerves műgyantás kötőanyagot tartalmazó homokkeverékek melegdeformációs tulajdonságaihoz képest a



4. ábra. Különböző kötőanyag-tartalmú vízüveges maghomokkeverékekből készült próbatestek melegdeformációs görbéi



5. ábra. A kötőanyag-tartalom hatása a maghomokkeverékekből készült próbatestek maximális elmozdulására



6. ábra. A szervetlen Promotor A adalékanyag hatása a vízüveges maghomokkeverékből készült próbatestek melegdeformációjára

szervetlen kötőanyagot tartalmazó vízüveges maghomokkeverékek jellemzői eltérőek. Az Inotec kötőanyagnak köszönhetően elsősorban jó hőállóság jellemzi őket. A maghomokkeverékből készült próbatest a maximális hőtágulást elérve néhány másodpercig további deformáció nélkül képes elviselni a hőterhelést, majd elkezdődik a próbatest zsugorodása, amely lassan megy végbe. A diagramból látható, hogy minél nagyobb a maghomokkeverékek kötőanyag-tartalma, annál kisebb a próbatestek hőállósága, a zsugorodásuk hamarabb kezdődik el.

Az *5. ábrán* a próbatestek elmozdulásának maximumát tüntettük fel a kötőanyag-tartalom függvényében. A diagramból látható, hogy 2,2% kötőanyag-tartalom felett a vízüveges kötőanyag nem gyakorol jelentős hatást az elmozdulás maximális értékére.

Fontos hangsúlyozni, hogy a vizsgálatok során a próbatestek képlékenyen deformálódtak, de a törésük nem következett be.

Az adalékanyag hatása a vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációjára

A kutatómunka keretében megvizsgáltuk a szervetlen Promotor A és a szerves Promotor B elnevezésű adalékanyagok hatását a maghomokkeverék melegdeformációs tulajdonságaira 2,2% kötőanyag-tartalom esetén. A *6–7. ábrán* két elmozdulás–idő diagramban összehasonlítottuk az eltérő adalékanyagot tartalmazó próbatestek melegdeformációs görbéit. A diagramokban feltüntettük az adalékanyag-mentes próbatest melegdeformációs görbéjét is.

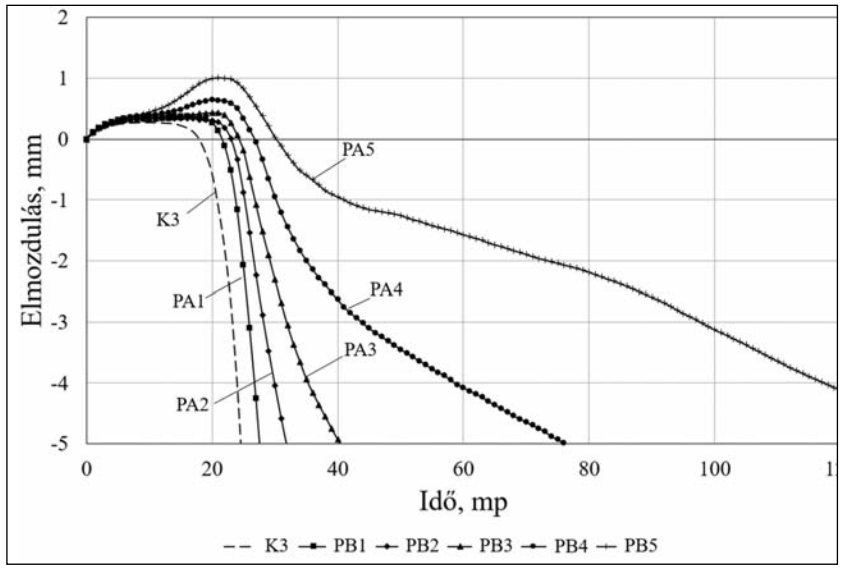
Mindkét esetben elmondható, hogy az adalékanyag hozzáadásával javul a próbatestek hőállósága, ezáltal a zsugorodásuk időben később következik be. Ugyanakkor a két adalékanyag közül a szervetlen Promotor A alkalmazásával a maghomokkeverék jobb melegdeformációs tulajdonságokat mutat. Hőterhelés hatására a próbatestek pozitív deformációja a vizsgált tartományban csak az 1,3%-os szervetlen adalékanyag mennyiségnél eredményez jelentősebb változást, amely 0,6 mm-nél kisebb deformációt jelent.

Ezzel szemben a szerves Promotor B adalék alkalmazásával már 0,9% mennyiségnél is jelentősen megnő a próbatestek hőtágulása a termikus igénybevétel során. 1,3%-os adalékanyag mennyi-

ség 1 mm-es deformációt is eredményezhet, amely már jelentősnek mondható. A *8. ábra* a két adalékanyag hatásának különbségét az adalékanyag-tartalom függvényében mutatja be.

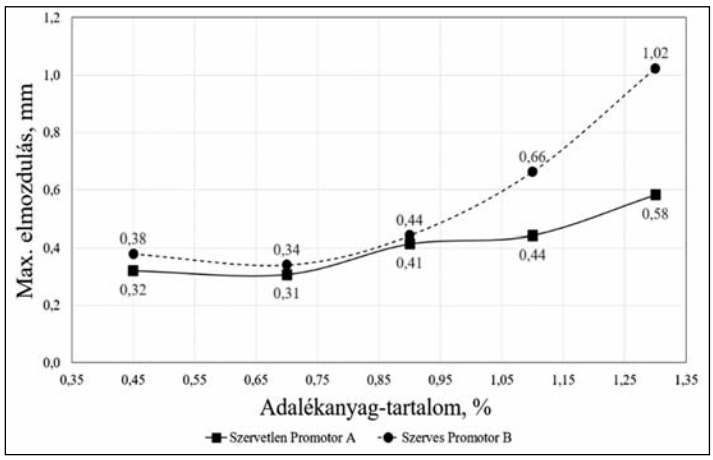
Szervetlen és szerves adalékanyag esetén is megfigyelhető, hogy az adalék mennyiségének növelésével a próbatestek zsugorodása lassan megy végbe, késleltetett. Különösen a szerves Promotor B anyag alkalmazásánál figyelhető meg ez a folyamat.

A vizsgálat ideje alatt egyik adalékanyag-típusnál sem következett be a vízüveges maghomokkeverékből készült próbatestek tönkremenetele.



7. ábra. A szerves Promotor B adalékanyag hatása a vízüveges maghomokkeverékből készült próbatestek melegdeformációjára

3. Összefoglalás



8. ábra. A szervetlen Promotor A és a szerves Promotor B adalékanyag hatása a próbatestek hőtágulására

A kutatómunka célja egy új vízüveges eljárással, az Inotec magkészítő technológiával előállított homokkeverékek melegdeformációs tulajdonságaival kapcsolatos ismeretek bővítése volt.

Vizsgáltuk a kötőanyag-tartalom, valamint egy szervetlen Promotor A és egy szerves Promotor B adalékanyag mennyiségének hatását a melegdeformációs jellemzőkre. Az eredményekből megállapítható, hogy a maghomokkeverékek jó hőállóságot mutatnak, amely az Inotec vízüveges kötőanyag termikus stabilitásával magyarázható. A kötőanyag 2,2% mennyiség felett már nincs jelentős hatással a próbatestek hőtágulására, ugyanakkor a kötőanyag mennyiségének növelése csökkenti a maghomokkeverékek hőállóságát, a hőterhelés során a próbatestek zsugorodása hamarabb elkezdődik. A kétféle adalékanyag közül a szervetlen alkalmazása előnyösebb a maggyártás során, mert az adalék-, mennyisége tágabb határok között változtatható anélkül, hogy jelentős változás következne be a magok hőtágulásában. A szerves Promotor B adalék esetén már 0,9% mennyiségnél is megnő a próbatest hőtágulása, és 1,3% mennyiségnél a hőterhelés hatására eléri az 1 mm-es deformációt is. A szerves adalékanyag alkalmazásával a próbatestek zsugorodásának folyamata lassan megy végbe, a próbatest termikusan stabilabb, mint szervetlen adalék esetén. Ez a jelenség a vízüveges maghomokkeverékből készült magok rossz omlékonyságához, üríthetőségéhez vezethet.

A melegdeformációs vizsgálatok során a próbatestek tönkremenetele, törése nem következett be.

Irodalom

[1] *M. J. Keil, J. Rodriguez, S. N. Ramrattan:* Thermal Distortion of Shell Sand Nobake Binder Systems. AFS Transaction, vol. 107, pp. 71–74, 1999

[2] *S. N. Ramrattan, S. Vellanki, O. Jideaku, C. Huang:* Thermal Distortion in Process Control of Chemically – bonded Sands. AFS Transaction, vol. 152, pp. 161–165, 1997

[3] *Dr. Tóth Levente, Détári Anikó:* Maghomok-keverékek deformációs tulajdonságainak vizsgálata. Mechatronika, Anyagtudomány, Vol. 1, No. 3, pp. 101–110, ISSN 1589–827X, 2007, Miskolc

[4] *Scott McIntyre, Scott M. Strobl:* Adapting Hot Distortion Curves to Process Control. Foundry Management & Technology, Sand Testing, pp. 22–26, March 1998

[5] *J. Jakubski, S. M. Dobosz:* The Thermal Deformation of Core and Molding Sands according to the Hot Distortion Parameter Investigations. Archives of Metallurgy and Materials, Vol. 52, Issue 3, pp. 421–422, 2007.

[6] *Zenon Ignaszak, Pawel Popiekarsk:* Heat Transfer During Hot Distortion Test of Ceramic Porous Material Bonded by Various Resins. Trans Tech Publications, Defect and Diffusion Forum, Vols. 283–286, pp. 382–387, 2009

[7] *A. J. Oman, S. N. Ramrattan, M. J. Keil:* Next Generation Thermal Distortion Tester. AFS Transactions, vol. 121, pp. 323–329, 2013, Schaumburg, IL USA

[8] *U. Recknagel, W. Tilch:* Untersuchungen zum Ausdehnungsverhalten von Formstoffen im Hinblick auf die Vermeidung typischer Gußfehler – Teil 1. Gießerei-Praxis, 9/2000, S. 378–384.

Az Öntészeti Szakosztály 2016-os tevékenysége

Bevezető

Az Öntészeti Szakosztály 2016. december 8-án tartotta évzáró vezetőségi ülését az Öntödei Múzeumban. A szakosztálytitkár elfoglaltsága miatt Katkó Károly szakosztályelnök tartotta meg a beszámolót. Az ülésen *dr. Gagyi Pálffy András* ügyvezető igazgató is jelen volt.

Bevezetésként rövid öntészeti és egyesületi helyzetelemzés hangzott el. 2016-ban a hazai és a külföldi tulajdonú öntödék többsége, elsősorban a könnyűfémöntödék várhatóan erősen pozitív évet zárnak, de a vas- és acélöntészet éves teljesítményét is pozitív jelzőkkel lehet jellemezni. Az öntészeti vállalkozások és az azoknak beszállító cégek gazdasági helyzete kiegyensúlyozott, sőt jelentős beruházások is megvalósultak.

Az OMBKE gazdasági szempontból pozitív évet fog zárni annak ellenére, hogy egyre nehezebb egyesületi és szakosztályi támogatásra megnyerni cégeket, vállalkozásokat, és a meglévő támogatók megtartása is komoly kihívást jelent. Ezért fontos a bevételt hozó rendezvények szervezése, az éves egyéni tagdíjak befizetése és a pártolói cégek részéről nyújtott jogi tagdíj, adományok megléte, másrészről pedig az egyesületi kiadások megfontolt, előre tervezett szinten tartása.

Részvétel az egyesületi szintű eseményeken, rendezvényeken

Alapszabályunk szerint a küldöttgyűlések közötti időszakban az egyesületet a választmány irányítja. Ennek jelenleg 23 tagja van, az Öntészeti szakosztályt az elnök és a titkár képviseli az üléseken. A választmány állandó meghívottja *Szombatfalvy Rudolf*, az Ellenőrző bizottság elnöke, *dr. Lengyel Károly,* az Alapszabály bizottság vezetője, valamint haláláig *dr. Bakó Károly*, az Etikai bizottság vezetője is meghívott volt.

A 2016-ban megtartott három választmányi ülésen (ápr. 18., okt. 5., dec. 15.) a szakosztály képviselői részt vettek, s az ott elhangzottakról a szakosztály-vezetőségi üléseken beszámoltak.

Főbb egyesületi események, melyen a szakosztály képviselői is részt vettek:

Febr. 13. Hagyományos OMBKE-bál a lillafüredi Palota Szállóban. Szervezésében részt vettünk, 178 vendég (98 kohász és 80 bányász). A rendezvény mintegy 180 E Ft nyereséggel zárt.

Ápr. 7–10. XVIII. EMT Bányászati-Kohászati-Földtani Konferencia Brassóban. 16 öntödei szakember vett részt a mintegy 80 magyar résztvevő között.

Máj. 27. 106. küldöttgyűlés Budapesten, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet székházában. Szakosztályunkat a 14 választott képviselő közül 12 fő képviselte.

Jún. 10–12. Európai bányász–kohász találkozó (Knappentag) a csehországi Pribramban. Hét öntész résztvevő.

Aug. 5–7. XXIII. Szigetközi Tudományos Szakmai Napok, Dunakiliti. Szervező: Ferencz István Északdunántúli Kohászati Regionális Szervezet és a szakosztályvezetés. Résztvevő: 91 fő, bányász, fémkohász tagtársak is.

Szept. 9–10. Selmecbányai Szalamander-ünnepség. A koszorúzásokon és a felvonuláson szakosztályunkat 18 tagtársunk képviselte.

Szept. 16–17. Fazola Napok Újmassán. Szakosztályunk nyolc tagja volt jelen.

Okt. 7–8. 9 fős csapat utazott Sopronba és megkoszorúzta *dr. Nándori Gyula* professzor sírját.

Dec. 2. Szent Borbála országos központi ünnepség Budapesten, a Földtani és Geofizikai Intézetben. *Dr. Fegyverneki György* és *dr. Jónás Pál* szakosztályi tagunk kapott kitüntetést.

Dec. 4. Ökumenikus istentisztelet a Szent Gellért sziklatemplomban, ahol az egyesületi tagok, köztük *dr. Sohajda József* tagtársunk adományaiból készült Szent Borbála-szobor megáldására is sor került.

Dec. 15. Koszorúzás a Ganz Mauzóleumnál a MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény szervezésében.

Szervezeti élet

2016-ban az OMBKE taglétszáma 2823 fő volt, ebből 263 a szakosztályi taglétszámunk. A szakosztályi tagdíjbefizetési fegyelem 90%-os. A tagdíj 30%-át a helyi szervezetek saját költségeik finanszírozására fordították.

A szakosztály vezetőségének és ügyvezetésének tevékenysége

A szakosztály vezetőségének 14 választott és 20 szervezeteket, szakcsoportokat képviselő elnök, titkár tagja van, meghívott az Ellenőrző bizottság elnöke, a BKL Kohászat két öntészeti rovatvezetője és öt tiszteleti tagunk. A választott és a meghívott vezetőségi tagok egy része az OMBKE választmányában és annak bizottságaiban tevékenykedik. A szakosztály operatív vezetését az ügyvezetőség látja el, tagjai a szakosztály elnöke, alelnökei, titkára és titkárhelyettesei.

2016-ban négy szakosztály-vezetőségi ülést tartottunk, amelyeken az alábbi témák szerepeltek:

Márc. 24. Budapest – Az éves program megbeszélése, elfogadása. Vezetőségi ülések, szakosztályi programok, éves költségvetési tervezet, kitüntetési javaslatok előterjesztése, elfogadása;

Megemlékezés *Katona Lajos* kohómérnökről születésének 150. évfordulója alkalmából;

Egyebek. OMBKE-bál, egyesületi rendezvények.

Máj. 31. Apc – A fogadó vállalatok, cégek bemutatkozása, üzemlátogatás az Alu-Block Kft., Salker Kft. és Qualiform Kft.-nél; Taglétszám, tagdíjfizetés, pártoló jogi cégek támogatásának helyzete; Beszámoló választmányi ülésről, szigetközi napok előkészítése.

Okt. 13. Budapest – Beszámoló a XXIII. Szigetközi Szakmai Napokról; Szent Borbála-kitüntetés előterjesztése, elfogadása.

Dec. 8. Budapest – Beszámoló az Öntészeti szakosztály 2016. évi munkájáról; *Dr. Varga László:* Beszámoló az ME Műszaki Anyagtudományi Kar öntőmérnökképzésének helyzetéről; Évbúcsúztató.

Kapcsolataink

A választmánnyal és az OMBKE szakosztályaival is együttműködünk. Sokat segít ebben az OMBKE levelezői lista is, melyet *Morvai Tibor* bányász barátunk tart karban. Főleg a Fémkohász szakosztállyal tartjuk szorosabban a kapcsolatot, tudunk egymás rendezvényeiről, ha lehetséges, azokon részt veszünk.

A fiatalabb korosztállyal való kapcsolattartás fontos. Ezen a téren meghatározó és eredményes tevékenységet végez a *Ferencz István* Északdunántúli Regionális Kohász Szervezet és a csepeli helyi szervezet.

A Magyar Öntészeti Szövetséggel kialakult szinte napi, kollegiális kapcsolatunk az 1999. december 16-án aláírt együttműködési szerződésen alapul. Ebben az évben is megvalósult a vezetőségi üléseken való kölcsönös részvétel, a rendezvények közös szervezése. A MÖSZ több éve az OMBKE és a szakosztály meghatározó pártolói tagja.

Az MMKM Öntödei Múzeummal (hivatalosan már csak Ganz Ábrahám Múzeumi Gyűjtemény, de nekünk mindig Öntödei Múzeum marad!) igyekszünk élővé tenni kapcsolatunkat. A szakosztály szívügyének tekinti a múzeum munkájának segítését, támogatását, rendezvényein való részvételt. A 2014. március 14-ei együttműködési megállapodásnak megfelelően az OMBKE évente 120 E Ft-tal támogatja az Öntödei Múzeum működését. A múzeum továbbra is helyet ad a szakosztály-vezetőségi üléseknek, az Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport, a Budapesti helyi szervezet rendezvényeinek, továbbá más szakosztályok rendezvényeinek is. Sajnos, az utóbbi időszak nehéz gazdasági helyzete miatt szakmai múzeumunk lehetőségei jelentős mértékben beszűkültek a drasztikus létszámleépítés (a múzeumvezetőn felül csak két látogatókísérőből áll a személyzet) és a lecsökkentett működési költség miatt.

Helyi szervezetek, szakcsoportok

Az Öntészeti szakosztály tagsága nyolc helyi szervezetben és két szakcsoportban tevékenykedik. Az írásos beszámolók alapján, a teljesség igénye nélkül, szakmai-társadalmi munkájukról az alábbiakban számolunk be.

A ***Budapesti helyi szervezet*** a legnagyobb létszámú, tagsága 84 fő, nagy részük nyugdíjas, nehezen mozgósítható. Március 9-én szakmai programot szerveztek az Öntödei Múzeumban a Fémkohászati Szakosztály LEAN Szakcsoporttal és a Várpalotai Bányász Hagyományőrző Egyesülettel közösen, mintegy 40 fős részvétellel. Előadás hangzott el a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-nél használatos öntészeti technológiákról, valamint a Bányász Hagyományőrző Egyesület munkásságáról. Ezután idegenvezetéssel megtekintették a Dréher Sörgyár régi pincéjét és a Dréher-villát. Sajnos a szeptemberi várpalotai viszontlátogatás érdeklődés hiányában elmaradt. Tagjaik rendszeresen látogatják az Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport rendezvényeit, és közülük szép számmal vettek részt a hagyományos egyesületi rendezvényeken. December 6-án tartották évzárójukat a Múzeumban.

A ***Csepeli helyi szervezet*** döntően a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-ben dolgozó tagokból áll. Létszámuk 43 fő, de ez évről évre nő, döntően átjelentkezésekből adódóan. Rendszeresen rendeznek összejöveteleket. 2016-ban négyszer tartottak ilyen találkozót, ahol az idősebb tagok a régi egyesületi, szakosztályi eseményekről, az egyetemi éveik alatt folyó hagyományápolásról számoltak be. Részt vettek szakmai rendezvényeken, így a XXIII. Nemzetközi Minőségügyi Konferencián Balatonalmádiban és a XXIII. Hőkezelő Konferencián Balatonfüreden. Ezen felül a Hadtörténeti Múzeumban megtekintették a „Huszárság története" című kiállítást, meglátogatták a Róth Miksa-emlékházat és sikeres horgászversenyt szerveztek Kesztölcön. Támogatóiknak – Csepel Metall Vasöntöde Kft, Csefém Kft., Csepeli Szerszámedző Kft., K.+K Vas Kft., Nemes Kft. – ezúton is köszönik egész éves támogatásukat. Évzáró rendezvényüket december elején tartották.

A ***Ferenc István Észak-dunántúli Regionális Kohászati Szervezet*** az egyik legnagyobb létszámú (78 fő) és legaktívabb helyi szervezet. Nagyon szomorú események is voltak. Amint arról lapunkban is hírt adtunk, júniusban elhunyt szeretett elnökük, *Pivarcsi László* és októberben *dr. Bakó Károly* professzort kísérte a szakosztály és az egyesület utolsó útjára.

Tagjaik az alábbi rendezvényeken vettek részt:

Febr. 13. OMBKE-bál, Lillafüred;

Márc. 15. A szokásos koszorúzás a mosonmagyaróvári 1848-as emlékműnél;

Ápr. 8–12. Részvétel a XVIII. EMT Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencián Brassóban;

Május Győrben hagyományőrző és -teremtő, kötetlen baráti beszélgetés és dalest, amely a jövőben az esztendő páratlan hónapjaiban megismétlődik;

Június Részvétel az európai Knappentagon Csehországban (Pribram, Prága);

Augusztus *Pivarcsi László* akaratának is eleget téve, 91 fő részvételével sikeresen megrendezték a XXIII. Szigetközi Tudományos Szakmai Napokat;

Szeptember Somló-hegyi pincelátogatás, ill. részvétel a selmeci Szalamander-ünnepségen;

Dec. 2. *Dr. Fegyverneki György* mb. elnök kiemelkedő munkásságáért Szent Borbála-érmet kapott;

Dec. 3. A mosonmagyaróvári, lucsonyi kápolnában Szent Borbála-megemlékezés, ezt követően évzáró rendezvény.

A ***Diósgyőri helyi szervezet*** annak ellenére tovább működik nyolc fővel, hogy támogató cégét immár több éve felszámolták. Szoros együttműködésben dolgoznak az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvánnyal és az OMBKE Miskolci Koordinációs Szervezettel. Tagjaik folyamatosan részt vesznek a minden hónap első hétfőjén, az MMKM Kohászati Gyűjteményében rendezett, a Baráti Kör által tartott szakmai előadásokon. Ez évben is komoly szerepet vállaltak a Fazola Napok szervezésében és lebonyolításában. Szoros a kapcsolatuk az OMBKE Egyetemi Osztályával, az OMBKE Borsodi helyi szervezetével is.

A ***Székesfehérvári helyi szervezet*** munkáját a Nehézfém Zrt. támogatja. Létszámuk hét fő, többségük nyugdíjas. Ez megnehezíti a rendezvények szervezését, megtartását. Részt vettek a lillafüredi OMBKE-

bálon, a selmeci Szalamanderen, a diósgyőri Fazola Napokon. Az év végén évzáró rendezvényt tartanak.

Az ***Apci helyi szervezet*** a helyi fémöntészeti vállalkozások szakembereit összefogva működik. Létszámuk 2014-ben 18 fő volt. 2016 áprilisában érzékeny és fájó veszteség érte őket, elhunyt *Demeter Lajos* elnökük. A szakosztályvezetéssel közösen tartottak emlékére gyászszakestélyt. A 2018. évi választásokig a helyi szervezet megbízott elnöke *Rigó Róbert*, titkára *Guzsal Dávid* lett. Részt vettek az egyesületi nagyobb rendezvényeken, és az Öntödei Múzeumban a Múzeumok Éjszakáján is.

A ***Sátoraljaújhelyi helyi szervezet*** a helyi Prec-Cast Kft. és Certa Kft. támogatásával tevékenykedik. Létszámuk hét fő. Munkahelyi elfoglaltságaik miatt ebben az évben nem tudtak rendezvényt szervezni. Reméljük, a következő évben aktívabb munkát tudnak végezni.

A ***Szegedi helyi szervezet*** 2012 végén alakult meg a délalföldi régióban élő tagtársakból. Létszámuk 14, többségük fő támogatójuk, a Szegedi Öntöde Kft. alkalmazottja. Június 17–18-án sikeres gyárlátogatást szerveztek a Mohácsi Vasöntödébe, majd meglátogatták a villányi Szemerédi Pincészetet. Folytatták a már hagyománnyá vált, kéthavonta megrendezett, „beszélgetős" esti összejöveteleiket. Képviseltették magukat az egyesületi országos rendezvényeken is.

A ***Mintakészítő szakcsoport*** a Budapesten és környékén dolgozó egyéni vagy társas mintakészítő vállalkozásokkal kapcsolatot tartva működik. Megítélésük szerint 2016 az utóbbi évek egyik legtartalmasabb éve volt. Az egyesületi nagyobb rendezvényeken felül az alábbi szakmai programokon vettek részt:

Ápr. 4. Meusburger cég szakmai bemutatója;

Máj. 5. Enterprise Group cég szakmai bemutatója;

Jún. 2. Mintakészítő szakmai nap fehér asztal mellett;

Okt. 20. Optimum Kft. szakmai- és gépbemutatója;

Az Öntészettörténeti szakcsoport október 5-én az aradi vértanúkra emlékezett az Öntödei Múzeum panteonjában

Nov. 17. Az NCN Kft. által rendezett gyárlátogatás és konzultációs nap;

Dec. 1. Évzáró összejövetel.

Az ***Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport*** tagsága ez évben is rendszeres és kiemelkedően tartalmas munkát végzett. Éves tevékenységükről lapunk 2017/1. számában részletesen beszámoltak. Kilenc összejövetelt szerveztek, ezen elhangzott 10 szakmatörténeti előadás, megtekintettek egy kiállítást és megszerveztek Rozsnyó–Kassa környékére egy tartalmas szakmai kirándulást. Tagjaik aktívan részt vettek az OMBKE és a szakosztály rendezvényein. Az arra érdemes előadásokat megjelentetik a Kohászati Lapokban.

A Kohászati Lapok helyzete

Szakosztályunk vezetése továbbra is fontosnak tartja a BKL Kohászat folyamatos megjelentetését. A cikkek színvonalát, szerkesztését jónak tartjuk és a tartalmat is megfelelőnek ítéljük. Ezért köszönettel tartozunk a szerkesztőbizottságnak. A lap Öntészet rovatát és a szakosztályt érintő tudósításokat a szakosztály részéről *dr. Lengyelné Kiss Katalin* és *Szende György* gondozza.

A lap megjelentetésének költsége kb. 5,3 M Ft/év, meghatározó eleme az egyesület kiadásainak. A FémAlk Zrt. 2016-ban is vállalta a Kohászati Lapok négy kohászati száma megjelentetési költségének a kifizetését.

Fontosnak tartjuk, hogy cikkek jelenjenek meg szakosztályunk társadalmi életéről is, ehhez a helyi szervezetek krónikásait jobban kell majd mozgósítanunk.

Ezúton is felhívjuk minden tagtársunk figyelmét, hogy működik az egyesület www.ombkenet.hu internetes honlapja, melynek segítségével az egyesület fontosabb hírei, eseményei nyomon követhetők. A BKL Kohászat 2003 utáni lapszámai is elérhetők itt. Javasoljuk, hogy minél nagyobb létszámban kapcsolódjunk be az OMBKE levelező listába (gtbmor@gold.unimiskolc.hu), ahol naprakész információkat kaphatunk szakmánkról, problémáinkról, sikereinkről.

A szakosztály gazdálkodása

A szakosztály gazdasági helyzete, az egyesületi nehézségek ellenére is, 2016-ban kiegyensúlyozott volt. A tagdíjakkal, a rendezvények bevételeivel és a pártolói támogatásokkal sikerült megteremteni azon lehetőségeket, melyekkel biztosítani tudtuk a szakosztály működését. Fizetni tudtuk a WFO tagságunk díját is. A szakosztály várhatóan 450 E Ft eredménnyel zárja a 2016-os évet. Anyagi okok miatt egyetlen egy rendezvényünk sem maradt el, meg tudtuk tartani a pártolói támogatásokat és viszonylag jó a tagdíjfizetési fegyelem.

Támogatóink

Az OMBKE és a szakosztály sem tudná végezni szakmánkat fenntartó, hagyományőrző, a fiatalokat szervező tevékenységét szponzorai anyagi és erkölcsi segítsége nélkül. Ezért a köszöneten túl, e helyen felsoroljuk azon cégek, vállalkozások nevét, akik pártoló tagként, valamint közvetlenül egy-egy helyi szervezet támogatójaként segítették rendezvényeink sikeres lebonyolítását, szakosztályi munkáinkat.

A támogatás összege 2016-ban várhatóan 2.930 E Ft, az alábbi cégektől, vállalkozásoktól érkezett számlánkra: ***ABM Kuprál Kft., Alba Metal 1991 Kft., Alu Blokk Kft., Csepel Metall Vasöntöde Kft., Csefém Kft., FÉMALK Zrt., K.+ K. Vas Kft., KASZIMPEX Kft., Magyar Öntészeti Szövetség, NEMAK Győr Kft., Nemes Kft., Patina Öntöde Kft.,***

PYROVEN Kft., P-Metál Kft., Prec-Cast Öntödei Kft., RDX–REDEX Kft., Salker Kft., Szegedi Öntöde Kft., TP Technoplus Kft.

Kitüntetettjeink

2016-ban végzett egyesületi munkájukért kapott kitüntetéséhez szakosztályunk alábbi tagjainak gratulálunk:

OMBKE tiszteleti tag
Szombatfalvy Rudolf

Szent Borbála-érem (Gazdasági Minisztérium):
Dr. Fegyverneki György
Dr. Jónás Pál

OMBKE-emlékérem
Dr. Hatala Pál
Szende György

OMBKE-emlékplakett
Dr. Varga László

OMBKE-oklevél
Bocs János
Csibi Kinga
Schön Mátyás

OMBKE Öntészeti Szakosztályért-érem *Huszics György* (N042)
Rendesi János (N043)
Szalai János (N044)

OMBKE támogatásáért emlékplakett
K+ K Vas Kft. és
Katkó Károly ügyv. igazgató

Katkó Károly szakosztályelnök beszámolója alapján összeállította:
Lengyelné Kiss Katalin

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

24. Nemzetközi Magyar Öntőnapok

rendezvényre.

A rendezvény ideje: 2017. október 13–15.
A rendezvény helye: 2053 Herceghalom, Pest megye
Hotel Abacus**, www.abacus.hu**

Részletes program és regisztráció:
www.foundry.hu, illetve foundry@foundry.hu

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

24th International Hungarian Foundry Days

held in the
Hotel Abacus**, Herceghalom, Pest County**
(in the neighbourhood of Budapest)

on 13–15 October, 2017

Address: 3 Gesztenyés, Herceghalom 2053
www.abacus.hu
Program and registration: www.foundry.matav.hu and foundry@foundry.hu

Az OMBKE Ferencz István Észak-dunántúli Kohászati Regionális Szervezete

2017. július 28–29-én tartja a XXIV. Pivarcsi László Szigetközi Tudományos Szakmai napokat és baráti találkozót,

amelyre ezúton tisztelettel meghívjuk.

A rendezvény programja:

Július 28. (péntek)
10:00 Gyárlátogatás a Teka Magyarország Zrt.-nél Mosonmagyaróváron
12:00 Találkozó a mosonmagyaróvári Polgármesteri Hivatalban
13:00 Regisztráció Dunakilitin a DIAMANT hotel Greenfield Pubjában, majd állófogadás
14:45 Elnöki megnyitó
15:00 Tudományos-szakmai előadások
18:00 Vacsora és szakestély a hotel Sári csárdájában
21:30 Nótaest

Július 29. (szombat)
09:00 Önköltséges fakultatív program: motorcsónaktúra a szigetközi Duna-ágakon
12:00 Ebéd, majd a rendezvény zárása

Dr. Fegyverneki György mb. elnök

ROVATVEZETŐK: *dr. Kóródi István és dr. Török Tamás*

SZŰCS MARIANNA – EHRENBERGER ANDRÁS – KÓRÓDI ISTVÁN

Kohófémtől a hulladékig, avagy az alumínium-ipari nagyvállalatok hulladékevolúciója

A korábban olcsó szovjet kohófémbázisra épülő alakítható ötvözetet gyártó öntödék az alapanyag árának emelkedése (EU-vámtarifa) miatt változtatni kényszerültek. Alapanyag költségeik csökkentése céljából növekvő mennyiségben használnak kívülről beszerzett hulladékot. Az átmenet nem volt egyszerű, a kohófém-átolvasztásra épülő öntödéknek technológiát kellett váltaniuk. Ezzel együtt a növekvő piac elvárásait felismerve, a hazai beszállítók is jelentős fejlesztéseket hajtottak végre.

Az 1980-as éveket követően a világ alumíniumiparában jelentős változások történtek. Egyes nagy konszernek fúzióval, felvásárlásokkal tovább erősödtek, míg mások eltűntek. A korábbi, egész vertikumokat lefedő nemzeti alumíniumvállalatok egy része a privatizáció során nagy vállalatok birtokába került. Időközben megjelent a piacon az egyre erősödő orosz alumíniumipar, aminek köszönhetően nagy mennyiségben vált elérhetővé a jó minőségű kohófém, igen kedvező áron. A kisebb kohók az erősödő versenyben (nyílt vagy bújtatott állami támogatás hiányában), az európai környezetvédelmi normák mellett versenyképtelenné váltak és bezártak.

Ez jelentős mértékben növelte az orosz kohófémimport jelentőségét, a fém árát tovább növelte az orosz kohófémre kiszabott 6%-os védővám, amit csak később csökkentettek 3%-ra.

(Magyarországon az orosz alumíniumimport különösen fontos volt a magyar–szovjet timföld- és alumíniumegyezmény miatt. Annak 1988 szeptemberében történt megszűnése nehéz helyzetbe sodorta a magyar alumíniumipart.)

Ezek a tényezők jelentősen megnövelték a fémköltséget, ami könnyen veszélyeztethette volna a félgyártmánygyártók tuskóellátását is.

A megoldás egyértelmű volt: alumíniumhulladékkal kiváltani a kohófémet. A félgyártmánygyártó-üzemek az addig csak saját belső hulladékaikat feldolgozó öntödéiket hulladékfeldolgozásra állították át. (Így történt Magyarországon is, az ebben az időszakban az amerikai ALCOA tulajdonába került Székesfehérvári Könnyűfémmű esetén is.)

A hulladék beszerzési ára jóval kedvezőbb a kohófém jegyzésénél, még akkor is gazdaságos, ha figyelembe vesszük a feldolgozás során jelentkező többlet leégést és kezelési költséget. (Ezekkel a negatív hatásokkal szemben áll az ötvözőnyereség: egy AlMg (5XXX), vagy AlMgSi (6xxx) hulladék adagolásával megspórolhatunk némi Mg- és Si-ötvözőt, ami növeli az alapanyag-beszerzésen elért megtakarításainkat.)

Feltétlenül megemlítendő a környezetvédelmi elkötelezettség. A multinacionális nagyvállalatok (mint amilyen az ALCOA is) életében igen fontos a társadalmi szerepvállalás, ami nem csupán egy jól hangzó szlogen, hanem valóban jelen van a gyárak mindennapi életében. Az alumíniumhulladék visszaolvasztása jelentős energiamegtakarítást jelent a kohófém előállításához képest, ezzel erőteljesen csökkentve ökológiai lábnyomunkat. Fontosságát mi sem bizonyítja jobban, minthogy egyre több félgyártmányvásárló kéri bizonylatolni az alumínium alapanyag-előállítás során kibocsátott üvegház hatású gáz mennyiségének dokumentálását, ami tovább növeli a hulladékolvasztás versenyképességét.

Természetesen, mint minden változás, ez sem megy egyszerűen. Kezdetben (2000 körül) a hulladékbegyűjtőkből beérkező hulladékok bizonytalan kémiai összetétele, csomagolása (amely akár biztonságtechnikai kockázatot is rejthet), a lehetséges környezetvédelmi veszélyekkel komoly kihívást jelentett. A kohófém megolvasztására kiépített eszközpark nem volt alkalmas a hulladékok gazdaságos olvasztására. Hamar világossá vált az öntödék számára, hogy ha

Szűcs Marianna *a Budapesti Gazdasági Főiskola Kereskedelmi karán szerzett közgazdász diplomát 2006-ban. 2008-ban elvégezte a cambridge-i Anglia Ruskin University MBA-képzését. 2006 óta az Alcoa-Köfém Kft. Alkalmazottja. Hulladékbeszerzési menedzserként és kockázatkezelési szakértőként tevékenykedett az elmúlt évtizedben. Jelenleg a magyarországi és az angliai öntöde hulladékellátásáért felel. A Fémszövetség alelnöke.*

Ehrenberger András *kohómérnöki diplomáját a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Karán szerezte 1984-ben. Azóta dolgozik a KÖFÉM-ben. Technológusként kezdett, majd a minőségbiztosításon dolgozott. Jelenleg az öntödei betétösszeállítást vezeti.*

Kóródi István dr. *a Veszprémi Vegyipari Egyetem Olajmérnöki szakán 1985-ben szerzett vegyészmérnöki oklevelet. Ugyanott 1992-ben egyetemi doktori címet szerzett. 1985 óta a Székesfehérvári Könnyűfémmű (illetve jogutódja, az Alcoa-Köfém) alkalmazottja. Minőségbiztosítási, később beruházási mérnökként dolgozott. Jelenleg az Öntöde gyártásvezetője.*

1. ábra. Hulladékbegyűjtő által beszállított kevert minőségű hulladék

2. ábra. Hordozható spektrométer

jelentős piaci szereplővé kívánnak válni, akkor beruházásra és fejlesztésre lesz szükség.

Időközben olyan biztonságtechnikai, környezetvédelmi és műszaki-technológiai problémákkal is szembesültek, amelyek nehezítették a hulladékfelhasználás intenzifikálását. Példaként említhető az a szigorú egészségügyi irányelv, amely deklarálja a felhasznált alapanyag max. 1 ppm-es (0,0001%) berillium (Be)-tartalmát. Tudva, hogy ezt az elemet még a közelmúltban is széleskörűen alkalmazták elsősorban magnéziumos ötvözetek előállításakor, a berillium ilyen alacsony szinten való tartására szigorú előírásokat kellett bevezetni a hulladékbeszállítók irányába.

A másik kihívást az ötvözetpaletta változása jelenti. A multinacionális vállalatok kohóik számára célként tűzték ki, hogy növeljék az ötvözött tuskó előállítását, ezzel is növelve az elérhető prémiumot. Így egyes ötvözetek, amelyek ötvözőtartalma kicsi, de szennyezőtartalmuk is kicsi egyes elemekre (Fe, Mg...) (1XXX/ötvözetlen alumínium, 8XXX/fólia alapanyag, 6063/kis szilárdságú sajtolási profil...), ma már nagy mennyiségben kerülnek a kohók öntödéiben gyártásra, ahol még bizonyos százalékban belső, illetve közvetlenül vevőtől visszavásárolt hulladékot is olvasztanak mellé, csökkentve azok piaci elérhetőségét. A félgyártmánygyártó üzemek öntödéinek gazdaságosan az erősen ötvözött ötvözetek gyártása marad, amelyeket gyakran a jármű- és repülőgépipar használ fel. (Természetesen a többségében kohók öntödéi által gyártott ötvözetek hulladéka is elérhető, de legtöbbször feldolgozott, vagy nehezen visszajáratható formában, mint lakkozott, hőhídmentesített vagy éppen forgács hulladék.) A műszaki-technológiai következmény sokrétű. Meg kell említeni többek között azokat az ötvözetfejlesztési irányvonalakat, amelyeknek köszönhetően sok új ötvözet (ún. „hard alloy") jelent meg a gyártási palettákon. Ezek egyrészt szigorúbb ötvözet összetételeket jelentettek, valamint olyan maximalizált szennyezőelem (Pb+Hg+Cd, Ca, P, Ni, Sn, Sb ...) előírásokat, amelyek korábban nem jellemezték a gyártott ötvözeteket. Mindezeket figyelembe kellett és kell venni a vásárolt hulladékok kiszélesedett piaci és felhasználási körülményei során. Az ilyen ötvözetekhez való külső hulladék-visszajáratás velejárói azon fémtisztasági és mechanikai tulajdonság vizsgálatok, amelyek lehetővé teszik a vásárolt hulladékok technologizált használatát.

A felhasználható hulladéktípusokra vontakozóan, a felhasználási paletta szinte teljes mértékben felöleli az IADS (International Alloy Designation System) sorozatot. Ezek az ötvözetek természetesen üzemenként változhatnak, függően az adott öntöde vevőjétől, illetve annak termékszerkezetétől.

Az *ötvözetlen (1XXX) hulladékok* közül legelterjedtebb a 1050-es (99,5% tisztaságú) és 1070-es (pl. áramvezető sín) típusok használata, de esetenként a nagyobb, 0,6% Fe-tartalmú 1200-as hulladékok is elérhetőek a piacon. Eredetétől, megbízhatóságától függően ezek a hulladékok részben kohófém kiváltására is használhatók, ahol a metallurgiai előírások ezt lehetővé teszik. Mivel ötvözetlen, részben vasas-ötvözetlen hulladékokról van szó, a felhasználás előtti kézi spektrométeres ellenőrzés alapvető fontosságú, 0,1%-nál több kimutatott szennyezőelem (Cu, Mn, Mg...) esetén mintaolvasztás szükséges a biztonságos felhasználás érdekében. Általában nem amortizált, de jó minőségben a piaci elérhetősége korlátozott.

Az *AlMn (3XXX) hulladékoknak* alapvetően két típusa elérhető, a magnéziummentes mangános hulladékok és magnéziummal ötvözött mangános hulladékok. Előbbiek magnéziumérzékenységük miatt óvatosabb használatot és körültekintőbb vizsgálati módszereket igényelnek felhasználás előtt, viszont felhasználásuk szélesebb körű a magnéziummal ötvözött mangános hulladékokhoz képest. Az AlMnMg hulladékok magnéziumtartalmuk következtében szinte csak a saját ötvözetű anyagukhoz használhatók. A tiszta magnéziummentes hulladékok piaci elérhetősége nagyon korlátozott.

A *magnéziumos (5XXX) ötvözetű hulladékok* piaci elérhetősége széleskörű. Felhasználás előtti ellenőrzésük különösen fontos, sajnos az ipari tapasztalat azt mutatja, hogy az ilyen típusú hulladékok esetében fordul elő a leggyakoribb keveredés elsősorban ötvözetlen, mangános vagy éppen cinkes hulladékokkal, de vas, rozsda-

3. ábra. Adagológép az ARCONIC KÖFÉM öntödéjében

4. ábra. Salak-visszaolvasztás forgódobos kemencében

mentes acél és egyéb nem alumíniumszennyeződés is rendre tapasztalható. Külön említést érdemel a berilliumszennyeződés, mivel berilliumot még ma is (bár sokkal korlátozottabb mértékben) használnak magnéziummal erősen ötvözött ötvözetek gyártásakor az öntés közbeni felületi feszültség csökkentésére. A ppm-es (0,0001%) nagyságrendű berillium kimutatása csak nagypontosságú, laboratóriumi spektrométerrel lehetséges, amivel sajnos kevés hulladékbeszállító rendelkezik.

Az *AlMgSi (6XXX) hulladékok* a félgyártmánygyártó öntödék legszélesebb körben felhasznált hulladéktípusai. Nagyon sok egyedi ötvözetet tartalmaz, azok egymással történő keveredése gyakori, a hulladékbeszállítók egyik legnagyobb problémája ezen típusok szelektív gyűjtése, minősítése és forgalmazása. Széleskörű extrudáltprofil-ismeretet igényel és elengedhetetlen a folyamatos ellenőrzés. Az AlMgSi0,5-ös ötvözetek érzékenyek a Cu- és Mn-tartalomra, azok gyártasakor csak a tiszta, gyártóműi hulladékok jöhetnek szóba. Míg sajtolt profil ötvözetek előállításához használhatók ezek a típusok akár amortizált formában is, mivel a fémtisztasági előírások kevésbé szigorúak, ellentétben a hengerlési célú ötvözetekkel. Ez utóbbiak jellemzően nyomástartó edények (pl. gázpalack) szigorúbb fémtisztasági és szemcseszerkezeti előírásokkal, emiatt amortizált, oxidos felületű hulladékok használata kizárt.

A jellemzően járműipari, nagyobb szilárdságú ötvözetek hulladékának piaci elérhetősége jelenleg szinte korlátlan.

Az *AlZn (7XXX) hulladékok* piaci elérhetősége meglehetősen korlátozott, elsősorban gyártási hulladékként elérhető, speciális, az adott öntöde vevője által visszaszállítva. Legtöbbször saját ötvözetébe kerül hasznosításra, általában bérmunka (vagy hasonló megoldás) keretében.

A *nagy Fe- és szigorúan kis Mg-tartalmú (8XXX) hulladékok* jó minőségű, megbízható hulladékok, de az Si- és Mn-tartalmak már nagy különbözőséget mutatnak. Mivel lényegesen eltérő összetételt képviselnek, az egymás közötti keveredésre vigyázni kell a hulladékbeszállító cégeknek.

Az ezredforduló után a hulladékfelhasználás aránya folyamatosan nőtt, és ez változást hozott a kereskedelmi stratégiában is: korábban a piac kereste meg az öntödéket ajánlatokkal, amelyek tudatos beszállítói kör építése nélkül működtek *(1. ábra)*. Ez az „ismerkedős” szakasz az ezredforduló utáni évekig tartott, mikor az első komoly lépésként megtörtént a nagyon részletes hulladékspecifikációk elkészítése, és megkezdődött a kétirányú kommunikáció a partnerek között. A hazai hulladékbeszállítók az elmúlt kb. 15 év alatt komoly fejlesztéseket hajtottak végre, melyekben a hulladékot használó öntödéknek is nagy szerepe volt, hisz minőségi igényeiknek növekedése jelentős hatással volt a hulladékosok „szakmásodásában”. Ma több olyan hazai fémhulladék-gazdálkodó van, aki komoly gépi technológiákat telepített, a szakember-gárdájuk lényegesen megerősödött. Ekkoriban kezdték a beszállítói kört külföldi partnerekkel is bővíteni, vált a hulladékpiac nemzetközivé. Ez a mai napig fontos pontja stratégiánknak. Párhuzamosan az eszközpark fejlesztése is felgyorsult: a hulladékátvevő korábban használt, vashulladék bekeveredését jelző kézi mágnese mellé egyre modernebb mobil, kézi spektrométerek kerültek, ami lehetővé tette az anyagok gyorsabb, átvételkori ellenőrzését és minősítését, előbb az ötvözőelemekre, később a szennyezőtartalomra is. Ezek a berendezések általánosan használtak ma már a beszállítóknál és a hulladékfelhasználóknál is *(2. ábra)*.

Később már új módszereket, eljárásokat dolgoztak ki a hulladékok felhasználás előtti mintavételes ellenőrzésére. Ezek a mintavételek többlépcsősek, kezdve a kivágott és reprezentatív mintától a mintaolvasztó kemencén vagy forgódobos kemencén történő 1-1,5 tonnás átolvasztásig.

A fémet laboratóriumban elemezzük spektrométerrel, ez a kézi spektrométerek használatához képest lényegesen nagyobb pontosságot eredményez, és a század és ezred százalékban jelenlévő és kritikus elemeket is detektálni tudjuk.

Fedett tárolóterületek építése vált szükségessé, hogy minél több hulladékot lehessen szakszerűen, ötvözetenként, nedvességtől védett helyen tárolni.

A korábban egyeduralkodó indukciós kemencék mellett/helyett nagykapacitású (100 tonna/nap feletti) kétkamrás, alacsony leégési veszteséget biztosító gáztüzelésű hulladékolvasztó kemencék épültek.

Az olvasztókemencék termelé-

kenységcsökkenésének elkerülése érdekében elvégzett technológiai fejlesztés sem hagyható ki. A salakozási technológia megváltozott: már nem a teljes olvadás után, hanem elsimult fémfürdőnél, 70%-os beolvadás után történik a salak lehúzása, ezzel elkerülve, hogy a vastag salakréteg szigetelő anyagként meggátolja a hőátadást a fémfürdő irányába.

5. ábra. Egységbálás hulladék

A következő technológiai lépés a fémtisztítás, ahol jelentős erőfeszítések történtek annak érdekében, hogy a minőség ne csökkenjen: inline rotoros fémtisztítás és kerámiahabon keresztüli szűrés vált kötelezővé, szigorú ellenőrző mérések bevezetésével. Rendszeresen ellenőrizni kell a fémtisztaságot (Podfa, LIMCA – zárványtartalom elemzés, ALSCAN, LECO – gáztartalom elemzés) mellett roncsolásmentes vizsgálatok (ultrahang, örvényáram) is szükségessé váltak a fém minőségének ellenőrzésére. (Leginkább az autó- és repülőigépipar követeli meg.)

2010-ben újabb fordulatot vett a „hulladék evolúciója": a válság utáni újabb előrelépés részeként a fókusz lassan a gyártóművi hulladék felé fordult, az amortizációs hulladékok helyett. A versenyképesség növelése érdekében a vevőktől való hulladékvisszavásárlás, az ún. „closed loop" vagy bérmunka rendszer bevezetésével biztosítva mind a hulladékellátás folyamatosságát és jól kiszámítható egyenletességét, mennyiségi és minőségi vonalon, mind a gyártott tuskók értékesítését. A Köfémben ennek az üzleti modellnek egy kiemelkedő példája a keréktárcsagyártók forgácshulladékának visszavásárlása, amelyre speciális hulladékolvasztó-kemence épült, biztosítva a leégés alacsony szinten tartását. Ugyanitt folyamatban van a tárgyalás egy konyhaieszközgyártóval a leadott selejt eszközök újraolvasztásából előállított alapanyagra.

A pontosabb összetétel ismerete növelte a felhasználhatóságot. Ezzel együtt kidolgoztak olyan új összetételeket és alkalmazásokat, amelyek alkalmasak az összetétele miatt nehezen visszajáratható hulladék (pl.: többrétegű ötvözetek, amelyeket autóhűtő vagy padlófűtés céljára gyártottak) feldolgozására is, növelve ezzel az elérhető hulladékbázist.

Nagyobb beruházás részeként adagológépet telepítenek a kemencék kiszolgálására, ezzel elősegítve, hogy hatékonyabban és gyorsabban lehessen adagolni nagyobb mennyiségű hulladékot, kevesebb hőveszteséggel, jelentősen javítva így a ciklusidőn *(3. ábra)*.

A félgyártmánygyártók öntödéiben is üzemelnek ma már forgódobos kemencék, így biztosítva, hogy az olvasztó-öntőkemencék salakjával, egyéb fémes hulladékkal (pl. használt kerámia szűrő) ismert összetételű fém ne hagyja el a gyár/üzem területét *(4. ábra)*.

A hulladékbeszerzés országon belüli szakmai támogatására létrejött a magyarországi Fémszövetség, ami a hazai hulladékhasznosítók összefogásának fontos színtere.

Kelet- és Közép-Európában több cég választotta ezt az utat, a félgyártmánygyártó üzemek öntödéinek jelen piaci körülmények között a növekvő hulladékfeldolgozás lehet a jövő. Ezt elősegítheti az EU kezdeményezte „Hulladék státusz vége" programban megszülető „másodnyersanyag", mely értékesítésének jogosultságát auditáltatni kell. Így született meg pl. a raklappal egybevágóan felrakott és lekötött – és ami lényeg – meghatározott minőséggel jegyzett beszállítási egységcsomag, vagy a kívánt méretre darabolt és big-bag-be rakott adott minőségű profil vagy cső hulladék stb. *(5. ábra)*. A következő kihívás ezen üzemek számára a szigorodó környezetvédelmi előírások betartása (az ún. BAT követelményei), amelyek további technikai fejlesztéseket követelhetnek meg.

Ipartörténeti program a „magyar ezüst" jegyében

Mintegy 40 fő részvételével rendezték meg a Magyar Városkutató Intézet székesfehérvári ipartörténeti programsorozatának idei első programját. A Székesfehérvár ipari örökségét feldolgozó és bemutató munka folytatása az a rendezvény, amelyen a város alumíniumipari múltját és jelenlét vázolták föl az előadók.

A Fehérvári Civil Központban megjelent közönséget *Váczi Márk,* a Magyar Városkutató Intézet munkatársa köszöntötte, majd bemutatta *Fülöp Krisztiánt,* az MMKM Alumíniumipari Múzeum intézményvezetőjét, *Kóródi István* mérnököt és Csurgó Lajost, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület helyi szervezetének elnökét. Ezután átadta a szót Kóródi Istvánnak, aki első előadóként a 75 éves Könnyűfémmű létrejöttéről, fejlődési fázisairól beszélt.

A ma amerikai tulajdonban lévő Köfém egyike azoknak a régi vállalatoknak, amely egy helyen és ugyanazon profillal működik, mint a kezdetekkor. Kóródi István mutatta be a gyár építésének, fejlesztésének főbb állomásait. Megtudhattuk, az 1970-es évekre a korszak emblematikus fémje

lett az alumínium, amelyből háztartási eszközök is készültek. Ám büszkeséget jelentenek a gyárban előállított közlekedési lámpaoszlopok, radiátorok, és a ma Alba Fehérvár KC néven működő kézilabdacsapat csarnoka is.

A folyamatos, több ütemű bővítés az 1980-as évek második felében torpant meg, egyrészt forrás-, másrészt nyersanyaghiány miatt. Kellett egy tőkeerős beruházó, ez lett az amerikai Alcoa, amely az iparszerű alumíniumelőállítás egyik úttörője. Ez a cég aztán a saját arculatára formálta át a Köfémet, mely ma már az Arconic cégcsoport része.

Fülöp Krisztián betekintést nyújtott az Alumíniumipari Múzeum mindennapjaiba, ismertette a rövid- és hosszú távú célokat. Csurgó Lajos elnök a selmeci hagyományokra építő szervezet életét mutatta be az alapítás óta eltelt 250 esztendőt áttekintő előadásában. Az esemény zárásaként az egyesületet nagy számban képviselő tagság elénekelte a bányász- és a kohászhimnuszt. ***Kóródi István***

Ünnepi vezetőségi ülés a Fémkohászoknál

Március 14-én tartotta hagyományos ünnepi vezetőségi ülését a Fémkohászati Szakosztály. *Csurgó Lajos* elnök üdvözlő szavait követően szomorú bejelentésekkel indította a programot. Az év elején elhunyt tiszteleti tagunk, *Csömöz Ferenc*, aki 18 éven át volt a székesfehérvári helyi szervezet titkára, majd hat éven át megbecsült elnöke. A szakosztály a temetését követően az Alumíniumipari Múzeumban gyászszakestély keretében búcsúzott tőle. Néhány nappal korábban pedig eltávozott közülünk *Becker Miklós* okl. kohómérnök, aki több évtizedes kanadai munkálkodás után néhány éve tért vissza köreinkbe, és aktív résztvevője volt a budapesti helyi szervezet rendezvényeinek. Egyperces néma felállással emlékeztünk meg róluk.

Ezt követően *Sándor István* titkár vetített képes előadásában tekintette át az elmúlt év szakosztályi történéseit, beleértve a helyi szervezeti tevékenységeket és a központi programokban való jelenlétünket is. Az 1948–49-es ünnepi megemlékezést a hagyományok szerint *Dánfy László,* a kecskeméti helyi szervezet elnöke tartotta. Most is hű maradt önmagához, mivel mint mindig, új témával állt elő: Ebben az évben *László Károly* honvéd tüzérszázados naplóvezetésére támaszkodva emlékezett meg az eseményekről, egy földmérő mérnök önkéntes egyéves időszakáról. *Perczel Mór* hadtestében a délnyugat-magyarországi és a tavaszi hadjáratok csatáinak volt aktív szereplője és krónikása. Budavár ostroma és a temesvári vereség után csatlakozott *Bem* tábornok török emigrációba induló csapatához. Itt találkozott *Kossuth Lajossal*, aki személyes titkárává tette, és vele került Amerikába, ahol az állami vasút- és csatornaépítkezéseken hasznosította mérnöki tudását és közben fakereskedéssel is foglalkozott. (Ő ajándékozta a fa burkolóanyagot az MTA nagytermének díszítésére.) A kiegyezést követően Kecskemét város főmérnöke lett, majd később a Tisza jobb parti szabályozását irányította. Torinóban meglátogatta Kossuth Lajost*,* aki naplójában emlékezett meg barátságukról.

Az emlékezést újabb emlékezés követte. Az „Emlékezés nagyjainkra" c. előadássorozat keretében, az előadónak előre felkért, de akadályoztatott *prof. Török Tamás* helyett *Harcsik Béla*, a BKL Kohászat rovatvezetője emlékezett meg *Geleji Sándor* akadémikus, professzor születésének 100. évfordulójáról. Életútjának személyes vonatkozású részleteit követően szólt az indulás és a mérnöki kibontakozás csepeli éveiről, majd oktatói–tanszékvezetői tevékenységéről. Végül megemlékezett tudományos munkásságáról, részletezve legjelentősebb ipari kutatásait, és közéleti tevékenységét is. Az elnök köszönő zárszavával véget ért a hivatalos rész, helyet adott a szokásos csülkös vacsora élményeinek, no meg a kellemes pohárcsengéssel kísért baráti beszélgetések folyamának.

Hajnal J.

A vezetőségi ülés résztvevői

A Fémkohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége

A Szakosztály a korábbi években kialakult alapprogramjait követve, a szokásos rendben élte az életét… ami jelentős változás volt, az a Fémkohászati Nap rendhagyó rendezése. Mivel a székesfehérvári KÖFÉM (korábban ALCOA-Köfém, ma ARCONIC-Köfém) ekkor ünnepelte alapításának 75. évfordulóját, felmerült a Fémkohászati Nap Székesfehérváron történő megrendezése, de oly módon, hogy abból az egyetemieket ne érje kár, sőt minél gazdagabb programot biztosítsunk számukra. Végül az ALCOA-val és az Egyetemi Osztállyal többször egyeztetve nagyszerű program állt össze: a házigazda költségén autóbusznyi hallgató érkezett Fehérvárra, akik a nagyrendezvényt megelőzően üzemlátogatáson, majd az Alumíniumipari Múzeumban tárlatvezetésen vehettek részt.

Ezek után álljon itt összefoglalva az éves jelentősebb rendezvények összefoglalója:

Szakosztály-vezetőségi ülések:

Február 12. Évnyitó szakosztály-vezetőségi ülés (Csepel, Schmelzmetall Kft.)

Március 10. Ünnepi vezetőségi ülés. Megemlékezés nemzeti ünnepünkről, majd emlékezés alumíniumiparunk nagyjai közül *Várhegyi Győzőre* és *Zámbó Jánosra.* (OMBKE-központ)

Június 3. Kibővített szakosztály-vezetőségi ülés, üzemlátogatással. (Színesfémkohászati szakmai nap a REGY Metal Kft.-nél. Jobbágyi-Szurdokpüspöki.)

Szeptember 20. Szakosztály-vezetőségi ülés (Öntödei Múzeum)

December 9. Szakosztály-vezetőségi ülés. (Évzáró, OMBKE-központ)

Kiemelt szakosztályi rendezvény:

Október 14. XVII. Fémkohászati Szakmai Nap. (Az ARCONIC-Köfém 75 éves jubileuma keretében: múzeum- és üzemlátogatás a miskolci egyetemistáknak, szakmai konferencia előadásokkal, tanárok–diákok–ipariak baráti találkozója, hagyományápoló szakestély. Székesfehérvár.)

Kiemelt helyi rendezvények:

Május 19. Sóltz Vilmos megemlékezés és sírkoszorúzás (Budapesti helyi szervezet)

Szeptember. Tiszántúliak Társasága Szakmai Nap. (40 éves a Metalukon, szegedi üzemlátogatások. Kecskeméti helyi szervezet.)

November. Kunoss Endre sírkoszorúzás és megemlékezés (kálózi temető, Székesfehérvári helyi szervezet)

November 18. 65 éves a kecskeméti alumíniumfeldolgozás, konferencia és üzemlátogatás Kecskeméten. (Kecskeméti helyi szervezet)

November 25. Az inotai ALUMELT szekunder alumíniumgyártó üzem bemutatója, ünnepi szakesttel. (Várpalota, Inotai helyi szervezet)

Rendszeres helyi rendezvények:

Székesfehérvári helyi szervezet: havi klubnapok, szakmai előadásokkal.

Budapesti helyi szervezet: rendszeres üzemlátogatások a LEAN-szakcsoporttal közös rendezésben, elsősorban a gépjárműgyártással kapcsolatos cégeknél.

A fentebb részletezett szakosztályi és helyi szervezeti programok mellett, a Szakosztály természetesen képviselte magát valamennyi központi rendezvényen is. Így a közgyűlésen, a „Jó Szerencsét” köszöntés hagyományos inotai ünnepén, a selmeci Szalamanderen, és a központi Borbála-ünnepségeken. Végül hadd álljon itt 2016-ban kitüntetett szakosztályi tagjaink névsora: *Penk Márton* (Inota – Szent Borbála-emlékérem), *Sándor István* szo. titkár (Budapest – z. Zorkóczy Samu-emlékérem), *Baranyai Sándor* (Székesfehérvár – OMBKE Emlékérem).

Sándor István titkár
és Hajnal János alelnök

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya és Egyetemi Osztálya

2017. november 9-én (csütörtökön)

a Miskolci Egyetemen rendezi meg a

XVIII. Fémkohász Szakmai Napot

Előzetes program:

14:00–17:00 Szakmai előadások

17:30 Kamarahangverseny

18:00 Állófogadás/Szakestély

A részletes programot a szervezőbizottság az érdeklődőknek megküldi.

ROVATVEZETŐK: *dr. Buzáné dr. Dénes Margit és dr. Klug Ottó*

BUZA GÁBOR

A munkagáz szerepe a mélyvarratos lézersugaras hegesztésnél

A nagy teljesítményű lézersugár kiválóan alkalmas arra, hogy segítségével pl. az ívhegesztés esetén a szokásosnál lényegesen nagyobb sebességgel lehessen hegeszteni. A munkadarab felületére fókuszált lézersugár teljesítménye (ill. ennek felületegységre vonatkoztatott értéke, az ún. teljesítménysűrűsége) alapján kétféle hegesztést kell megkülönböztetnünk, a hővezetésest és a mélyvarratost. Az utóbbi esetben a hegesztési folyamat szükséges velejárója az intenzív fémgőz- és plazmaképződés. Az alábbi cikkben ennek körülményei játsszák a főszerepet.

Bevezetés

A lézersugaras mélyvarratos hegesztés jellegzetessége, hogy a varratmélység és a -szélesség hányadosa lényegesen nagyobb, mint a hagyományos hegesztési eljárásokra jellemző érték. A láng- és az ívhegesztéseknél a munkadarab kívánt részletének megolvasztásához szükséges energia – ami a munkadarab felszínére jut – ugyanis csak hővezetéssel, ill. miután már olvadék is keletkezett, olvadékáramlással juthat a mélyebben fekvő részekbe. Ebben az esetben az olvadék áramlásának intenzitásán és az áramlási irány befolyásolásán keresztül tudhatjuk az ömledék és a belőle megszilárdult varrat alakját befolyásolni [1, 2]. Hővezetéses hegesztéssel is létre lehet hozni a varratot, amihez – a mélyvarratoshoz képest – kisebb teljesítménysűrűség elegendő (ill. kell).

Ahhoz, hogy a hegesztés során alkalmazandó munkagáz szerepét a varrat geometriájának alakulására tisztázni lehessen, a lézersugaras mélyvarratos hegesztés kialakulásának mechanizmusát kell ismerni.

A mechanizmus első lépése a lézersugarat alkotó fotonok halmazának elnyelődése a fémes anyagban (a kísérletek során az acélban), ami az elektromágneses sugárzás energiájának hőenergiává alakulását jelenti. Az acél munkadarabnak a lézernyalábban terjedő fotonok által érintett része felhevül, megolvad, párologni kezd, a gőznyomás hatására az olvadék felszíne behorpad, így megnő a fotonok becsatolásának felülete, ami által nő az anyagban időegység alatt keletkező hőmennyiség. A folyamat során az acél hővezető képessége alig változik, ezért a folyamat rendkívül gyors hőmérséklet-növekedéshez vezet a lézersugár által érintett felület alatti térfogatban. A hevülési folyamat nem áll meg a gőzképződéssel, mert a fémgőzben is elnyelődnek a fotonok, ezért a kondenzált fázisok fölött gőz és plazma keveréke lebeg (vibrál), amin a lézersugár részben átjut. A gőz és a plazma nyomása és az olvadék felszínének lézersugaras hevítése azt eredményezi, hogy az olvadékban egy kráterszerű bemélyedés (keyhole, kulcslyuk) keletkezik, amiben az anyag mélyebben lévő részei felé haladnak a fotonok. Az anyag mélyebben fekvő részeibe a hőenergia tehát nem a lassú hővezetéssel és olvadékáramlással jut, hanem a fotonok, vagyis a fény sebességével.

A lézersugár nemcsak a munkadarab szilárd és folyékony halmazállapotú anyagával lép kölcsönhatásba, hanem a belőle képződött gőzzel és plazmával is, valamint a munkagáz atomjaival, ionjaival. A lézersugaras hegesztésnél alkalmazott munkagáznak ezek szerint két szerepe van. Egyrészt védenie kell az olvadékot a levegő oxidáló hatásától. Ebben az értelemben védőgáz a szerepe. Másrészt a gáz atomjai kölcsönhatásba kerülnek a fotonokkal, vagyis szerepük van a plazma összetételének, energiatartalmának, ezen keresztül a plazma nyomásának alakulásában. A plazma nyomása meghatározó, ugyanis közvetlen szerepet játszik a gőz-plazma csatorna (keyhole) mélységének és áttételesen az ömledék szélességének alakulásában. A munkagáz hegesztési folyamatra gyakorolt hatása olyan erős is lehet, hogy a lézersugár teljesítményének növelése esetén meggátolhatja a folyamatos varrat létrejöttét [3, 4].

Dr. Buza Gábor *kohómérnök (miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, 1975). Egyetemi doktori értekezését 1986-ban védte meg. 1990 óta a műszaki tudomány kandidátusa, 1998 óta PhD-fokozattal rendelkezik. 2008-tól a Miskolci Egyetem, 2016-tól a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem címzetes egyetemi tanára, 2013-tól főiskolai tanár (Edutus főiskola). 1975-től 1988-ig a Vaskut, 1988-tól a BME dolgozója. Jelenleg a BME Gépjárművek és Járműgyártási Tanszék nyugalmazott docense és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. kutatója. Fő érdeklődési területe: acélok fázisátalakulásának vizsgálata, nagy energiasűrűségű eljárások. Több mint 20 éve foglalkozik intenzíven a nagy teljesítményű lézerek anyagmegmunkálási lehetőségeinek kutatásával.*

A foton-elektron kölcsönhatásról

A lézersugaras anyagmegmunkáló eljárások mindegyike termikus hatáson alapul, melynek energiafedezetét a lézersugár fotonjai adják.

A lézersugár elektromágneses sugárzás, hullámhosszúságától a kvantumenergiája, intenzitásától (időegység alatt a felületegységen áthaladó fotonok számától) a teljesítménye függ. A kvantumenergia (egy foton ***E*** energiája) és a sugárzás hullámhosszúsága (λ) közötti kapcsolatot az ún. Planck-féle összefüggés adja meg, amelyben *c* a fény terjedési sebessége vákuumban, *h* pedig a Planck-állandó:

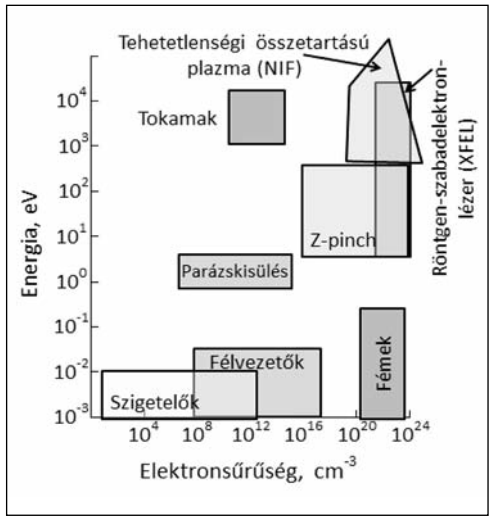
$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \approx 4{,}136 \cdot 10^{-15}(eVs)$$

$$\cdot \frac{3 \cdot 10^{8}\ (m/s)}{\lambda\ (m)} = \frac{1{,}24 \cdot 10^{-6}(eVm)}{\lambda\ (m)}$$

Ez azt jelenti, hogy pl.: az 1000 nm hullámhosszúságú sugárzás (közeli infravörös, ami a szilárdtestlézerek jellemző hullámhosszúság-tartományába tartozik) egyetlen fotonjának 1,24 eV energiája van, ami egyébként $1{,}98 \times 10^{-19}$ J-nak felel meg. Más megvilágításban: ahhoz, hogy a megmunkálandó darab felületét 1 kW teljesítményű lézersugárral világítsuk meg, a felületre másodpercenként kb. 5×10^{21} darab, 1000 nm-es hullámhosszúságú fotonnak kell érkeznie.

A fotonok az elektronokkal úgy kerülnek kölcsönhatásba, hogy a foton energiáját az elektron veszi át. Az energiaátadásban a foton és a mozgásban lévő elektron mágneses momentuma játssza a főszerepet. Az energiaátadás következtében az elektron kinetikus energiája lesz nagyobb. Ezt szokás elektron-hőmérsékletként is értékelni.

Nem mindegyik elektron képes tetszőleges hullámhosszúságú foton energiájának átvételére. A szabadelektronok mindegyiket képesek, az atommag körül keringők azonban csak a megfelelő hullámhosszúságúakét, és azokét is csak további feltételek esetén (karakterisztikus sugárzás, betöltetlen energiaszintek stb.).



1. ábra. Néhány anyagcsoport jellemző elektronsűrűsége és az elektronok átlagos energiája

Az atommagokhoz nem kötődő elektronok és pozitív töltésű ionok közös halmazát plazmának tekintik. Csoportosításuk gyakran a plazma sűrűsége (térfogategységben lévő töltéshordozók száma) vagy a részecskék (többnyire az elektronok) hőmérséklete, energiája alapján történik. Talán szokatlan, de még a szilárd halmazállapotú, fémes természetű anyagokat is sűrű plazmának lehet nevezni (oka: kristálytan, fémes kötés jellemzői).

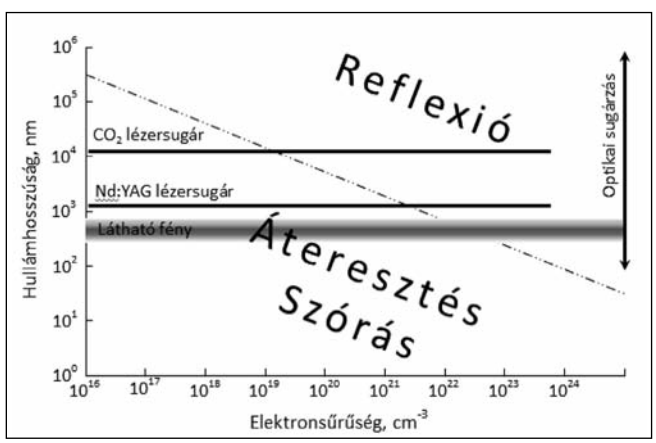
Az anyagok elektronsűrűségét a térfogategységben lévő szabadelektronok számával jellemzik. Az *1. ábra* néhány anyagcsoport jellemző elektronsűrűségét és a szabadelektronok egyedi energiáját mutatja. Látható, hogy a szigetelők elektronsűrűsége több nagyságrenddel kisebb, mint a fémeké. Ezen az alapon könnyen magyarázható, hogy pl.: a látható tartományba eső fotonok nagy része miért jut át az üvegen (szigetelők) és a fémeken nem. Kevés szabadelektron esetén alig van módja a fotonoknak az energiájuk átadására, vagyis a többségük áthalad az anyagon.

A fotonátbocsátó képességnek azonban az anyagok elektronsűrűségén túl erős hullámhosszúságfüggése is van. Ezt érzékelteti a *2. ábra.* Ezen az ábrán már az is látszik, hogy a különböző hullámhosszúságú lézersugarak reflexiója miként függ az elektronsűrűségtől. Megjegyzendő, hogy a három alapvető kölcsönhatás (elnyelés, tükrözés, áteresztés) egyik gyakorlati kölcsönhatásban sem abszolút, vagyis mindig, mind a három jelenség érvényesül, legfeljebb valamelyik domináns. A domináns kölcsönhatás alapján mondjuk például az egyik anyagra azt, hogy átlátszó, a másikra pedig, hogy tükröző.

A 2. ábra alapján azt hihetnénk, hogy egy anyag elektronsűrűségének növekedése a reflexió lineáris csökkenését eredményezi (egy anyag elektronsűrűségének növekedését egyszerű eszközökkel is elő lehet idézni, pl.: hevíteni kell). A valóságban – a reflexió szempontjából – ez csak egy befolyásoló tényező a többi között.

A lézersugaras anyagmegmunkáló technológiákkal foglalkozók számára, a megmunkálandó anyagok között az ezüst a „mumus". A közismert fémek közül az ezüstöt a legnehezebb lézersugárral megmunkálni (vágni, gravírozni, hegeszteni stb.). Mégsem az ezüstnek van a legnagyobb elektronsűrűsége, ahogyan az az *1. táblázat* adataiból látszik.

A gyakorlati tapasztalatokat, egyes elméleti megfontolásokat és az 1. táblázat adatait összevetve megtalálható az összhang az elmélet és a gyakorlat között. Az ezüstnek ugyanis a legkisebb a fajlagos ellenállása és egyben a legnagyobb a max. áramsűrűsége, valamint a szabadelektronok mozgékonysága (ez utóbbi az elektron által keltett mágneses térerőt növeli). A 2. ábrát is figyelembe véve, ezek együtt eredményezik azt,



2. ábra. Különböző elektronsűrűségű anyagok reflexiója egyes hullámhosszúságú sugárzások esetén

1. táblázat. Néhány fém szabadelektronokkal kapcsolatos tulajdonsága

Fém	Elektronsűrűség, $\times 10^{24}$ cm^{-3}	Mozgékonyság, $\times 10^{-3}$ m^2/(V·s)	Max. áramsűrűség, $\times 10^{25}$ A/m^2	Fajlagos ellenállás, $\times 10^{-8}$ Ω·m
Ezüst	5,8	6,68	38,744	1,6
Arany	5,9	1,44	8,469	2,2
Réz	8,5	4,30	36,550	1,7
Alumínium	8,3	2,70	22,410	2,8
Nikkel	8,6	1,74	14,946	4,2

hogy a fotonok energiáját inkább reflektálja, mint elnyeli. Az első táblázatban feltüntetett fémeket sorra véve, a lézersugaras megmunkálás nehézségi sorrendje: ezüst, réz, alumínium, nikkel (az arannyal ilyen tekintetben nincs személyes tapasztalatom).

A gőz-plazma csatorna fölötti felhő viselkedését, ill. tulajdonságait hasonlóan kell megítélni, értelmezni. Az bizonyos, hogy a lézersugár hatására keletkezett plazma elektronsűrűsége és elektron-hőmérséklete (ami a mozgékonyságával van szoros összefüggésben) alapvetően meghatározza a lézer-plazma kölcsönhatás eredményét [7].

Lézersugaras hegesztési kísérletek CO_2-lézersugárral

A 2. ábra többek között azt is szemlélteti, hogy a plazma elektronsűrűségének növekedésével hamarabb (kisebb koncentráció esetén) kezdődik meg a lézersugár reflexiója a CO_2-lézersugár esetében, mint a szilárdtest-lézersugár esetében. Ezen az elvi alapon nyugvó jelenséget már régóta ismerik, és leárnyékolási jelenségként tartják számon. A jelenség bekövetkezéséhez szükséges nagyságú lézersugárteljesítménysűrűséget CW (folytonos sugárzás) üzemmódban, abban az időben, csak CO_2-lézersugárforrással tudták elérni. Ezért is fedezhették fel először ott a jelenséget *(3. ábra).*

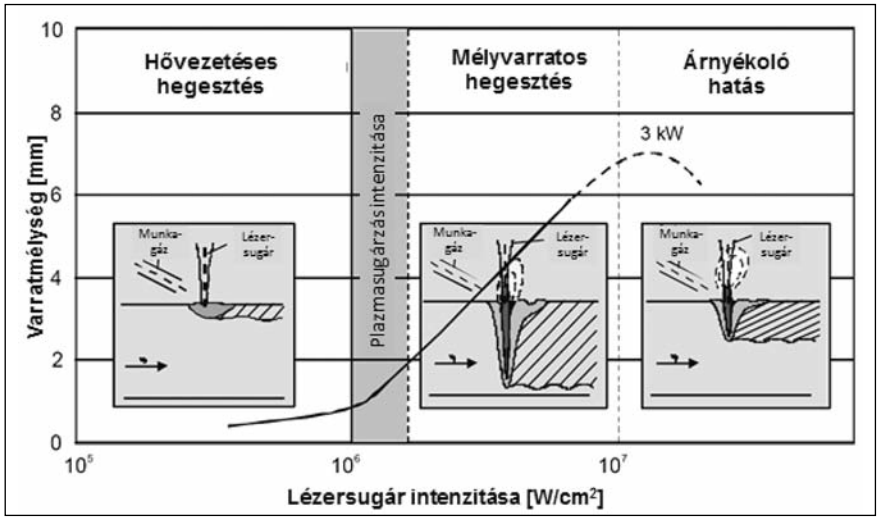
A leárnyékolási jelenség abban áll, hogy a lézersugár teljesítményének növekedésével (azonos fókuszfoltméretet tartva) kezdetben (folyamatosan mélyülő és kissé szélesedő) hővezetéses hegesztési varrat keletkezik, majd kb. 10^6 W/cm^2 teljesítménysűrűségtől pedig mélyvarrat. A két varrattípus között az átmenet ugrásszerű, aminek az a magyarázata, hogy a gőz-plazma csatorna (keyhole) kialakulásakor az acélokon a lézersugár korábbi 30–40%-os abszorpciója – az öngerjesztő folyamatban – közel 100%-ra ugrik. A lézersugár teljesítményének további növelése a varratmélység növekedését eredményezi, ill. a hegesztési sebesség egyidejű növelésével a varrat egyre keskenyebbé, karcsúbbá válik, a hőhatásövezet szélessége csökken. Ennek a hegesztéstechnikai szempontból kedvező jelenségnek azonban kb. 10^7 W/cm^2 teljesítménysűrűségnél vége szakad. Az oka pedig az, hogy a növekvő lézersugár-teljesítmény (fotonsűrűség) következtében a plazmafelhőben is megnő az elektronsűrűség, ami a reflexió mértékének növekedését eredményezi (lásd 2. ábra), így a fotonok nem jutnak be a gőz-plazma csatornába, a csatorna fűtése megszűnik, lezuhan a gőznyomás, ezért „összeesik". Természetesen a plazmafelhő is gyorsan eltűnik, mert a csatornából megszűnik a gőz-plazma keverék kiáramlása, utánpótlása. A plazmafelhő eltűnésével a folyamat újraindul, hiszen a lézersugár folytonossága nem szakad meg. Az eredmény az ún. „bukdácsoló" varrat: egy darabig mély a varrat, majd hirtelen nem mély, és újrakezdődik a mélyvarrat.

A plazma képződésének, létének a hegesztés során tehát előnye és hátránya egyaránt van. Előnye a plazmanyomás, ami növeli a gőz-plazma csatorna és ezen keresztül a varrat mélységét. Hátránya, hogy az elektronsűrűség növekedésével egyre több fotont nyel el, ill. reflektál, így gátolja a fotonok gőz-plazma csatornába jutását.

A lézersugaras hegesztésnél alkalmazott munkagáz is szereplője a plazmaképződésnek (a plazma ionizált atomjainak egy része fém, a többi gáz). Logikus tehát a kérdés: a gáz milyenségének és mennyiségének változtatásával befolyásolható-e a varratképződés folyamata, dinamikája, és ami műszaki szempontból fontos, a varrat geometriája?

A kérdés megválaszolása érdekében 247 hegesztési kísérletet hajtottunk végre. A sugárforrás 4,5 kW CW fényteljesítményű CO_2-lézer volt (Rofin gyártmányú DC 045, SLAB). A fókuszáló tükör fókusztávolsága 200 mm, a sugárminőségi jellemző k = 0,97. Összesen 8 gáz(keverék) hatását vizsgáltuk:

- 100% szén-dioxid
- 100% argon
- 100% hélium
- 76% argon, 19% hélium, 5% hidrogén
- 80% argon, 20% hélium
- 60% argon, 40% hélium



3. ábra. A plazma leárnyékoló hatása CO_2-lézersugár esetén

TARTALOM ÉS TÁRGYMUTATÓ – 2016

Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

Vaskohászat

Csehil György: A diósgyőri nyersvasgyártás története 1770–1926–1952. I. rész 5-6/8
Dobránszky János – Kovács Dorina: Szemlézés a rozsdamentes acélok gyártásának európai kutatásaiból 1/6
Drótos László – Lóránt Károly: Az egykori diósgyőri és ózdi állami vas- és acélgyárak szerepe a magyar ipar fejlődésében.....5-6/12
Mérő Péter – Varga Ottó: 50 éves az ISD Dunaferr Zrt. hideghengerműve. I. rész 1/2
Mérő Péter – Varga Ottó: 50 éves az ISD Dunaferr Zrt. hideghengerműve. II. rész 2/1
Móger Róbert – Gönczi Pál – Titz Imre – Cseh Ferenc: A nagyolvasztói fúvóformák élettartam növelése (ExTuL) projekt eredményeinek összefoglalása 3/1
Pálinkás Sándor – Gindert-Kele Ágnes – Gajdán Bence: Kultivátor kapák gyártása, valamint a hőkezelésük és az élettartamuk vizsgálata 3/3
Ruff István – Csekő Tamás: A „réztelenítés" lehetősége a sósav-regenerálás folyamatában.....2/5
Tardy Pál: Súlyos kihívások előtt az EU és hazánk acélipara.....5-6/1

Öntészet

Dargai Viktória – Hartmut Polzin – Varga László: Öntödei homokok granulometriai tulajdonságainak meghatározása dinamikus képelemzéssel 5-6/15
Hajas Gergely: Vékony falú, részletgazdag nyomásos alumíniumöntvények prototípusainak gyártása homokformában 1/14
Mádi Laura Johanna – Varga László – Fegyverneki György: Műgyantás homokmagok szilárdsági tulajdonságainak változása hőterhelés hatására 3/9
Molnár Dániel – Halápi Dávid – Varga László – Dobóczky István: Billentve öntés szimulációja.....2/9
Mühl Nándor: A Soproni Vasöntöde története 3/13
Peter Futáš – Alena Pribulová – Štefan Nizník – Gabriel Dúl – Varga László: A betétanyag acélhulladék-tartalmának hatásai a lemezgrafitos öntöttvas minőségére ..5-6/18
Rick Tamás: Alumíniumöntvények térhódítása az autóiparban 1/11
Szentes Zsolt – Hatala Pál: A legnagyobb hazai öntödék 2014-es mutatóinak elemzése 2/11

Fémkohászat

Bobor Kristóf – Krállics György: Alakítási textúra és anizotrópia kialakulásának szimulációja 1050-es alumínium hengerlésekor 1/21
Hajnal János: Alumínium kézikönyveink 2/20
Horváth Ágnes – Gombkötő Imre – Nagy Sándor: Elektronikai hulladékok újrahasznosítása, valamint a bennük lévő kritikus elemek dúsítása mechanikai eljárásokkal 3/21
Horváth Ákos – Antal Árpád: A tűzihorganyzás a szénacélok felületvédelmének legelterjedtebb fémbevonatos módszere 5-6/24
László Noémi – Kékesi Tamás: Másodnyersanyagok feldolgozása hidrometallurgiai módszerekkel cink kinyerése céljából 2/16
Mikó Tamás – Szabó Gábor – Krállics György: A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása az AlMn1 ötvözet alakváltozási tulajdonságaira 3/26
Paksa Rudolf: Az ajkai alumíniumkohó története 1943–1991 .....5-6/33
Pálinkás Sándor – Krállics György – Bézi Zoltán: Hideghengerlési folyamat végeselemes modellezése és a hullámosság kimutatása 1/25

Anyagtudomány

Bruno Buchmayr – Gerhard Panzl: A fém alkatrészek előállítására szolgáló additív gyártástechnológia SWOT-analízise és alkalmazása 1/29
Hlinka József – Weltsch Zoltán: Többszöri újrahevítés hatása Sn-alapú ólommentes forraszanyag nedvesítési tulajdonságaira 2/29
Katona Bálint – Orbulov Imre Norbert: Kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok kvázistatikus és nagy alakváltozási sebességű nyomóvizsgálata 3/30
Rontó Viktória – Anna Sycheva – Svéda Mária – Benke Márton – Pekker Péter – Cora Ildikó – Fazekas Éva: Az ónötvözés hatása a $Ti_{60}(Ni_xCu_{40-x})_{40}$ ötvözet amorfképző képességére 5-6/47
Sepsi Máté – Parti József – Mertinger Valéria: Öntött savalló acél keménységének korrelációja a szabványon belüli összetétel változásával.....3/35
Verő Balázs – Janó Viktória – Csizmazia János – Ifj. Győri Imre – Laub Ádám – Réger Mihály: A tiszta fémek öntvényeinek dermedése 5-6/36
Verő Balázs – Janó Viktória: Szabad asszociációk a tudomány és a művészet kölcsönhatásáról 2/25

Felsőoktatás

Harcsik Béla – Simonné Juhász Judit – Kékesi Tamás: A MultiScience – microCAD konferencia fejlődése, mint a Miskolci Egyetemen folyó bányász-kohász kutatások tükre 2/38

Hírmondó

Csath Béla: Emlékezés Zsigmondy Bélára halálának 100. évfordulója alkalmából 4/30
Csath Béla: Rövid életű szaklapjaink 4/32
Krisztián Béla: Georgius Agricola 1494–1555.....4/28
Paksa Rudolf: Az 1956-os forradalmi események az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban 5-6/59
Réthy Károly: Egy feledésbe merült 1848–49-es bányakerületi igazgató 4/31
Szilágyi Zsombor: Az olajpiac kilátásai 4/26

Közlemények

Vaskohászat

Az acélok szabványosítása 2015-ben 3/7
Az EUROFER elnökének és igazgatójának újévi levele 1/1
Kutatómunka indult B. A. Z. megyében 2/7
Szerkesztőségi hír.....1/5
VIII. Ózdi ipari örökségvédelmi konferencia 3/6

Öntészet

100 éve született Nagyzsadányi Endre, a Soproni Vasöntöde igazgatója 3/17
72. WFC Öntészeti Világkongresszus 3/19
A Magyar Öntészeti Szövetség 25. és 26. közgyűlése 3/20
A Magyar Öntészeti Szövetség hírei.....2/14
Az Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport 2015-ös beszámolója 1/20
Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény a 2015. évi tevékenységéről 1/19
Hírek az öntészeti szabványosítás világából 1/18
Meghívók, hirdetmények.....3/20
Nándori Gyula professzor sírjának koszorúzása 5-6/22
Nyomásos alumíniumöntvények nemzetközi versenye, 2016 .....1/16
Szakmai konferencia a Magyarmet Kft.-nél.....5-6/21
Testvérlapjaink tartalmából 5-6/22

Fémkohászat

Az Alcoa jövőbeni, hozzáadott értéket teremtő vállalatának elnevezése „Arconic” 2/24

Anyagtudomány

A fémek mechanikai vizsgálataira vonatkozó szabványok 2/35, 2/37
A X. Országos Anyagtudományi Konferencia – szavakban, számokban, képekben 1/35
Kaptay György akadémiai székfoglalója 5-6/51
Könyvismertetés 2/37
Meghívók, hirdetmények.....3/40
Nemzetközi tudományos ipari örökségi konferencia 1/36

Felsőoktatás

25. Ledebur-kollokvium Freibergben 1/38
A Miskolci Egyetem hírei 2016. augusztus–szeptember 5-6/58
A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar hírei 3/44
A Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei 2016. február 1/37
A Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei 2016. április.....2/42
Beszélgetés dr. Bárczy Pál professor emeritussal 75. születésnapja alkalmából 5-6/54
Helyreigazítás 5-6/58
Interjú a 75 éves Károly Gyula professzorral, az OMBKE tiszteleti tagjával 3/41
Lélekharangot avattak a Miskolci Egyetemen 5-6/57
MTA-hír 2/43
Tanulmányi kirándulás az ISD Dunaferrben 2/43
Új rektor az Óbudai Egyetem élén 3/44

Hírmondó

„Duális” szakmai nap és szakestély az öntészeknél 1/46
122 éves a „Jó szerencsét!” köszöntés 4/36
18. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia ..4/35
20 éves volt a Fémszövetség 1/42
60 éves az OMBKE Székesfehérvári területi szervezete 1/44
A 106. küldöttgyűlés kitüntetettjei 4/13
A diósgyőri nyersvasgyártás története (Könyvismertető).....2/52
Az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságának ülése 1/41
Az OMBKE 106. Küldöttgyűlése 4/2
Az OMBKE LEAN Szakcsoportja sikeres évet zárt 2015-ben 2/53
Beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia metallurgiai tudományos bizottságának üléséről 3/45
Borbála-szalamander Gánton 1/46
Egyesületi hírek 4/35, 4/37, 4/38
Emlékeztető a 2015. december 15-i OMBKE választmányi ülésről 1/40
Emlékeztető az OMBKE választmányi üléséről 2/48
Európai Knappentag 2016 .....4/42
Fémhulladékos szakmai nap a REGY Metalnál 3/48
Fémkohászok ünnepi évindítása 2/47
Hazai hírek.....4/12, 4/27, 4/29, 4/40
Interjú Laár Tiborral, az OMBKE tiszteleti tagjával 90. születésnapja alkalmából 2/45

Kassa és Rozsnyó környéki technikatörténeti tanulmányút 3/49
Képek a 2015. december 4-i Borbála-ünnepségről ..1/B4
Könyvismertetés 2/52
Köszöntések 1/48
Bodorkós György 3/52
Dr. Éva András 5-6/62
Dr. Nagy Géza 2/54
Pupp János.....3/53
Sáfár László 2/54
Dr. Sándor József 5-6/62
Szombatfalvy Rudolf 5-6/63
Tar Gyula József 5-6/63
Tóth László 5-6/63
Külföldi hírek.....4/25, 4/39, 4/42
Meghívók, hirdetmények 1/45, 1/47, 5-6/61
Mozaikok a 19. századi terézvárosi ipar történetéből 2/50
Nekrológ
Dr. Bakó Károly (1942–2016) 5-6/64
Baranyai Róbert (1932–2016) 2/55
Buzánszky Albin (1923–2016) 2/56
Clement Andor (1943–2016) 3/55
Dr. Csák József (1935–2015).....1/50
Demeter Lajos (1950–2016).....3/53
Moravitz Péter (1928–2015).....1/51
Pintér Miklós (1944–2015) 3/54
Pivarcsi László (1944–2016) 3/56
Sütő Zoltán (1934–2016).....5-6/64
Dr. Szekér Gyula (1925–2015).....1/52
Szilágyi Imre (1928–2015) 1/49
Selmecbánya 2016. szeptember 9–10 .....5-6/B3, 5-6/B4
Személyi hírek.....4/44
Szent Borbála-napi országos központi ünnepség 2015. december 4. .....1/39
Szent Hubertus – Szent Borbála emlékest Kecskeméten 1/45
Tartalom és tárgymutató – 2015.....3/I–IV
Tisztújítás a Fémszövetségben.....3/47
Ünnepi Szent Borbála-mise a Gellért-hegyi sziklatemplomban 1/B3
XVIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia Brassó, 2016. április 7–10 .....2/B4
XXIII. szigetközi szakmai napok, 2016 .....5-6/61

Betűrendes névmutató

Vaskohászat

Cseh Ferenc 3/1
Csehil György 5-6/8
Csekő Tamás 2/5
Dobránszky János.....1/6
Drótos László.....5-6/12
Gajdán Bence 3/3
Gindert-Kele Ágnes.....3/3
Gönczi Pál.....3/1
Kovács Dorina 1/6
Lóránt Károly 5-6/12
Mérő Péter 1/2, 2/1
Móger Róbert 3/1
Pálinkás Sándor 3/3
Ruff István.....2/5
Tardy Pál 5-6/1
Titz Imre 3/1
Varga Ottó 1/2, 2/1

Öntészet

Dargai Viktória 5-6/15
Dobóczky István 2/9
Dúl, Gabriel 5-6/18
Fegyverneki György 3/9
Futáš, Peter 5-6/18
Hajas Gergely 1/14
Halápi Dávid 2/9
Hatala Pál 2/11
Mádi Laura Johanna 3/9
Molnár Dániel 2/9
Mühl Nándor 3/13
Ni ník, Štefan 5-6/18
Polzin, Hartmut 5-6/15
Pribulová, Alena.....5-6/18
Rick Tamás 1/11
Szentes Zsolt.....2/11
Varga László 2/9, 3/9, 5-6/15, 5-6/18

Fémkohászat

Antal Árpád 5-6/24
Bézi Zoltán 1/25
Bobor Kristóf 1/21
Gombkötő Imre 3/21
Hajnal János 2/20
Horváth Ágnes 3/21
Horváth Ákos 5-6/24
Kékesi Tamás 2/16
Krállics György 1/21, 1/25, 3/26
László Noémi 2/16
Mikó Tamás.....3/26
Nagy Sándor.....3/21
Paksa Rudolf 5-6/33
Pálinkás Sándor 1/25
Szabó Gábor.....3/26

Anyagtudomány

Benke Márton.....5-6/47
Buchmayr, Bruno.....1/29
Cora Ildikó 5-6/47
Csizmazia János 5-6/36
Fazekas Éva 5-6/47
Ifj. Győri Imre 5-6/36

Hlinka József.....2/29
Janó Viktória.....2/25, 5-6/36
Katona Bálint.....3/30
Laub Ádám.....5-6/36
Mertinger Valéria.....3/35
Orbulov Imre Norbert.....3/30
Panzl, Gerhard.....1/29
Parti József.....3/35
Pekker Péter.....5-6/47
Réger Mihály.....5-6/36
Rontó Viktória.....5-6/47
Sepsi Máté.....3/35
Svéda Mária.....5-6/47
Sycheva, Anna.....5-6/47
Verő Balázs.....2/25, 5-6/36
Weltsch Zoltán.....2/29

Felsőoktatás

Harcsik Béla.....2/38
Kékesi Tamás.....2/38
Simonné Juhász Judit.....2/38

Hírmondó

Csath Béla.....4/30, 4/32
Krisztián Béla.....4/28
Paksa Rudolf.....5-6/59
Réthy Károly.....4/31
Szilágyi Zsombor.....4/26

Tárgymutató 2016

A, Á

acél
– , öntött.....3/35
– réztartalma.....2/5
– , rozsdamentes.....1/6
– , saválló.....3/35
– szövetszerkezete.....1/6, 3/35
acélipar versenyképessége.....5-6/1
additív gyártás.....1/29
alumínium
– hengerlése.....1/21
– kézikönyv.....2/20
alumíniumkohászat.....5-6/33
alumíniumöntészet.....1/11
alumíniumötvözet
– képlékenyalakítása.....3/26
amorf ötvözetek.....5-6/47
anyagvizsgálat.....1/6

C

cink kinyerése.....2/16

D

dermedés.....5-6/36

E, É

elektrokémia.....5-6/24
élettartamnövelés.....3/1, 3/3
Európa acélipara.....1/6, 5-6/1

F

felsőoktatás.....2/38
formázás.....3/9
formázóanyagok.....5-6/15
forraszanyag.....2/29

H

hengerlés.....1/21
hideghengerlés.....1/2, 1/25, 2/1
hidrometallurgia.....2/16
homokformázás.....1/14
homok vizsgálata.....3/9
hulladékgazdálkodás.....3/21
hulladékhasznosítás.....3/21

J

járműipari alkatrészek.....1/11

K

kompozit
– mechanikai tulajdonsága.....3/30
korrózióvédelem.....5-6/24
kristályosodás.....5-6/47

M

maghomok.....3/9
Magyarország(on)
– acélipara.....1/1, 1/2, 2/1, 5-6/1
– alumíniumipara.....5-6/33
– fémkohászata.....3/21
– nyersvasgyártás.....5-6/8, 5-6/12
– öntészete.....2/11, 2/14, 3/13, 3/20
– vaskohászata.....5-6/8, 5-6/12
melegalakítás.....3/26
modellezés.....1/25

N

nagyolvasztó.....3/1
nedvesítés.....2/29

O, Ó

OMBKE küldöttgyűlés.....4/2
ónötvözet.....2/29

Ö, Ő

öntés
– , billentve.....2/9
öntészet.....3/19, 3/20
– Magyarországon....2/11, 2/14, 3/13
öntödei homok.....5-6/15
öntöttvas
– , lemezgrafitos.....5-6/18
– mechanikai tulajdonsága.....5-6/18
öntvénygyártás.....1/11, 1/14, 5-6/36

P

pácolás.....2/5

S

SWOT-analízis.....1/29

SZ

szerszám
– mezőgazdasági.....3/3
szimuláció.....2/9
szintaktikus fémhabok.....3/30

T

termodinamika.....5-6/51
textúra.....1/21
tudomány és művészet.....2/25
tűzihorganyzás.....5-6/24

V

vasöntészet.....3/13
világgazdaság.....1/1, 4/26

• 40% argon, 60% hélium
• 20% argon, 80% hélium

A hegesztési kísérletek során három technológiai tényezőt változtattunk, az alábbiak szerint:

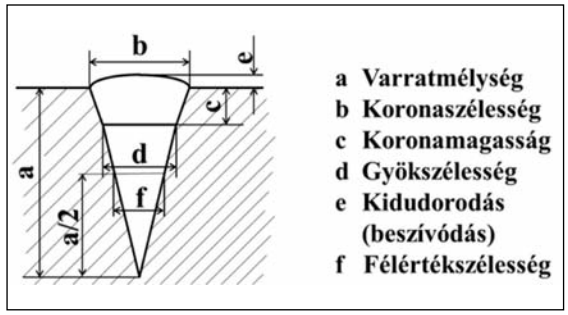
– A lézersugár teljesítménye: 2600–3400 W, 200 W-os lépésekben;
– Hegesztési sebesség: 2100–6300 mm/min, 300 mm/min-es lépésekben;
– Fókuszhelyzet: ±2,6, ±1,3 és 0 mm.

A hegesztési varratokon számos vizsgálatot végeztünk, többek között a keresztmetszeti minták maratott (3%-os Nital) metallográfiai csiszolatain varratgeometriai adatokat határoztunk meg *(4. ábra)*.

A vizsgálatok eredményeinek egy csoportját mutatja az *5. ábrán* látható diagram. Ezen a varratmélység és a fajlagos energiabevitel kapcsolata látható, különböző munkagáz-összetételek esetén. Azonos fajlagos energiabevitel esetén azért van egy gázösszetételnél is több, különböző varratmélységadat, mert többféle fókuszhelyzettel és hegesztési sebességgel készültek ilyen varratok. Ezek a változók képesek jelentősen befolyásolni a varratmélységet.

A diagramon az látható, hogy a mért adatokat szimbolizáló pontok döntő többsége egy határológörbe alatt helyezkedik el. Egy csoport azonban kilóg a többi közül, ráadásul mindegyik esetben azonos a munkagáz összetétele (Ar: 40%, He: 60%). A határológörbe alakjában nincs semmi különös, hiszen csak annyit mutat, hogy a fajlagos energiabevitel növekedésével a veszteség mértéke is nő, vagyis a varratmélység és a fajlagos energia közötti kapcsolat nem lineáris.

A kilógó esetekben, nagy valószínűséggel az ideális gázösszetétel következtében, a fizikai jelenségeknek egy kedvező mértékű kombinációja eredményezi a kiugróan nagy varratmélységet. A gőz-plazma csatorna fölötti plazmafelhőben még nincs olyan sok nagy energiájú szabadelektron, hogy a lézersugár átjutását hatékonyan gátolja, leárnyékolja. Ahhoz viszont elég sok van, hogy a csatornában kellően nagy plazmanyomást tudjon létrehozni, ezzel növelve a varrat mélységét. A lehetséges szabadelektronok száma a gázkomponensek rendszámából következik [5].

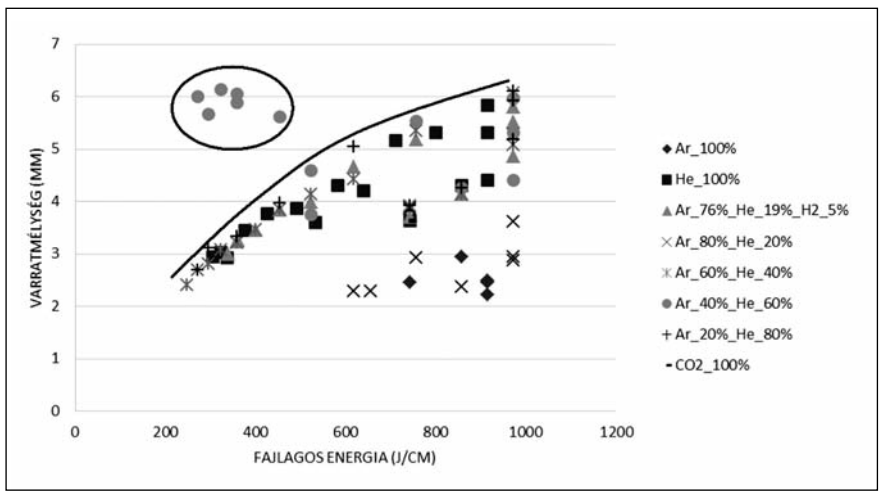


4. ábra. A mért varratgeometriai adatok

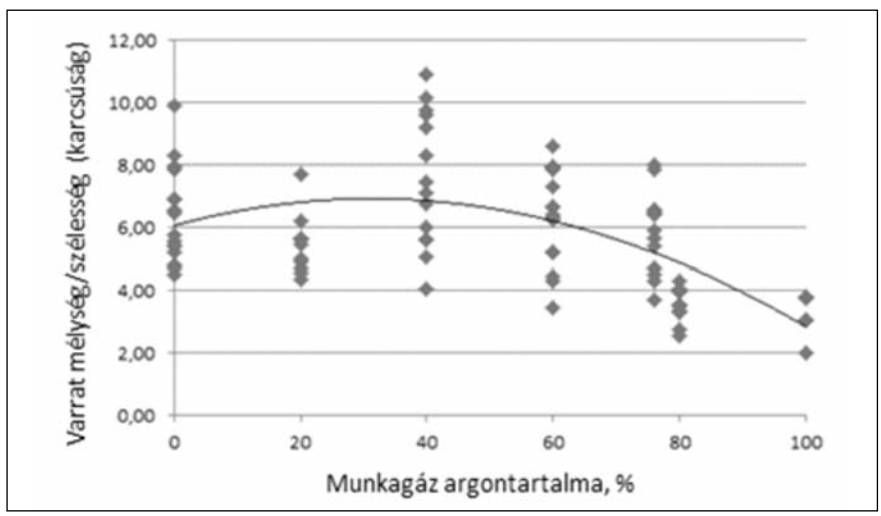
Az sem véletlen, hogy ehhez az ideális esethez egy szűk fajlagosenergia-tartomány tartozik. Túl intenzív lézersugár esetén a kevesebb szabadelektron is túlhevül, ami lézersugár-árnyékoló hatást eredményez ugyanúgy, mint a sok, kisebb energiájú (hidegebb) elektron.

A *6. ábrán* ugyanennek a kísérletsorozatnak másféle mérési eredmény megjelenítése látható.

A karcsú hegesztési varrat kialakulását is a 40% Ar + 60% He munkagáz-összetétel támogatja legjobban. A tiszta hélium, amit a szakirodalom is egyöntetűen javasol mélyvarratos hegesztéshez (sajnos lényegesen drágább, mint az argon), szintén alkalmas karcsú varrat létrehozására. Ez azért lehet, mert a héliumnak csak két elektronja van, míg az argonnak 18, így nehezebben jön össze a plazmafelhő lézersugarat leárnyékoló hatásához szükséges elektronsűrűség, vagyis több foton jut a gőz-plazma csatornába. A csatornában uralkodó nyomás ilyenkor nagyobb részben származik a fémgőzből, mint a plazmából, összehasonlítva az argon-hélium gázkeverék esetével.



5. ábra. A varratmélység a fajlagos energiabevitel függvényében



6. ábra. A hegesztési munkagáz összetételének hatása a varrat karcsúságára

Lézersugaras hegesztési kísérletek szilárdtestlézerrel

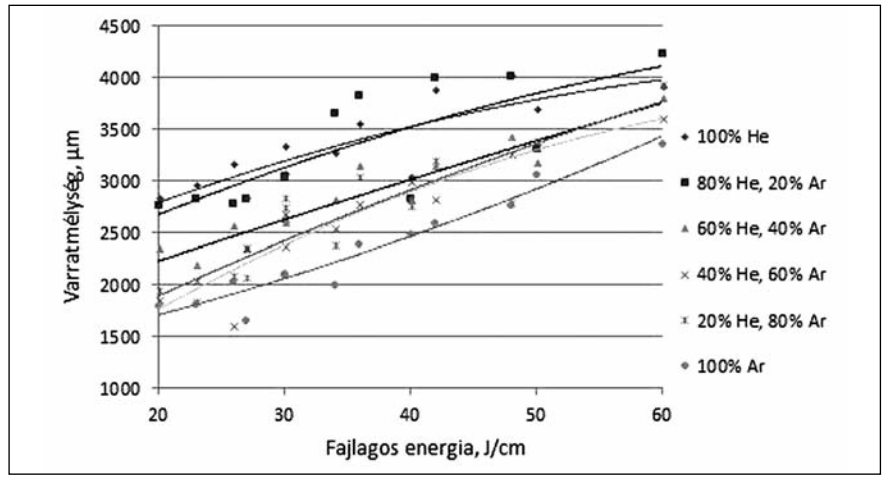
A kísérleteket a CO_2-lézersugarasokéhoz hasonlóan végeztük. Ebben az esetben elhagytuk a hidrogéntartalmú gázkeverék hatásának vizsgálatát, mert annak nem találtuk domináns szerepét. Maradt tehát az argon-hélium arány hatásának vizsgálata.

A sugárforrás Trumpf gyártmányú, TruDisk 4001 típusú, lézerdiódákkal gerjesztett, itterbiumötvözésű (λ = 1,030 nm) korong(disk)lézer volt. A 100 µm átmérőjű optikai szálban vezetett, maximum 4 kW teljesítményű, folyamatos (CW) lézersugarat 200 mm fókusztávolságú lencse fókuszálta a munkadarabokra.

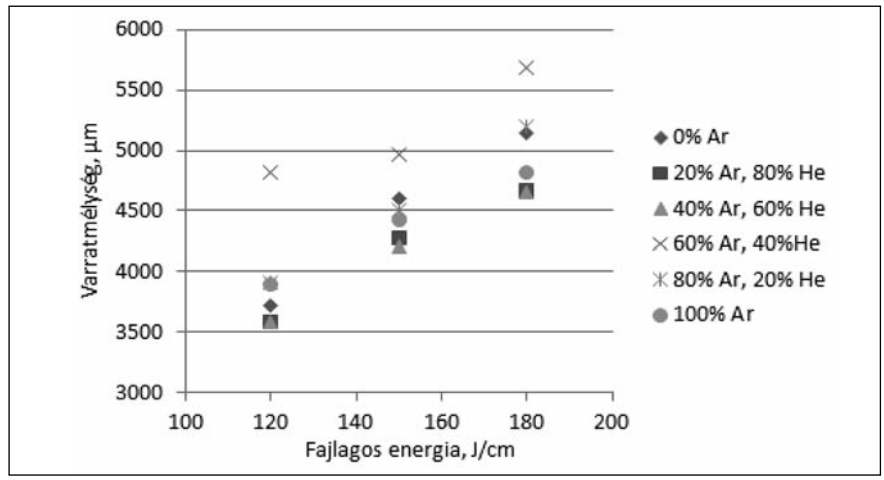
A fókuszhelyzet +3, 0 és –3 mm volt, a további technológiai változók pedig a *2. táblázat* szerintiek. A nyolcféle munkagázzal ez összesen 288 hegesztési kísérletet jelentett. Az alábbiakban csak a 0 mm defókusz helyzethez tartozó kísérleti eredmények szerepelnek.

A varratmélység fajlagosenergia-függését a *7.* és *8. ábra* szemlélteti. A 7. ábra a kisebb (<100 J/cm) fajlagosenergia-értékek esetét mutatja, a 8. a nagyobbakét (>100 J/cm).

A kisebb fajlagosenergia-tartományban a várt értékek és tendenciák láthatók: növekvő fajlagos energia a varrat mélységének növekedését eredményezi. A munkagáz hatásában pedig azt tapasztaljuk, hogy a tiszta hélium és a 80% He + 20% Ar gázkeverék eredményezi a legnagyobb varratmélységet a fajlagos energia minden értéke esetén. Ez a tapasztalat egybevág a közeli infravörös tartományba eső lézersugár és a plazmafelhő kölcsönhatásával kapcsolatos ismereteinkkel. Ebben a hullámhosszúság- és energiasűrűség-tartományban a plazmafelhőnek még számottevő átbocsátóképessége (transzmissziója) van, így a gőz-plazma csatorna létrehozásában és fenntartásában a gőznyomásnak nagyobb szerepe van a plazmanyomáshoz képest.



7. ábra. A fajlagos energia és a munkagáz összetételének hatása a varratmélységre



8. ábra. A fajlagos energia és a munkagáz összetételének hatása a varratmélységre

100 J/cm fölötti fajlagos energia esetén már annyira megnő a plazmafelhő elektronsűrűsége, hogy a fotonátbocsátó képessége észrevehetően lecsökken. Ebben az energiasűrűségtartományban a gőz-plazma csatorna létrehozásában és fenntartásában a gőznyomáshoz képest már a plazmanyomásnak lesz nagyobb szerepe. A nagyobb plazmanyomáshoz több szabadelektronra van szükség, ezért nem a héliumban gazdag munkagáz eredményezi a nagyobb varratmélységet. A mérési adatok szerint a 60% Ar + 40% He összetételű gázkeveréknek van a legkedvezőbb hatása a varratmélységre.

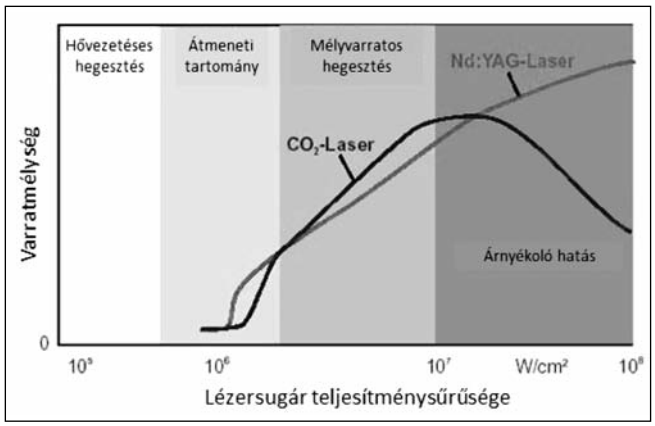
Az, hogy a szilárdtestlézer lézersugara is kölcsönhatásba lép a plazmafelhővel, nem meglepő, hiszen az is anyag. A mélyvarratos lézersugaras hegesztés esetén a plazmafelhő árnyékolóhatása azonban már nem annyira közismert, mert az ennek kimutatásához szükséges teljesítménysűrűségű (W/cm^2) lézersugár (sugárminőség és teljesítmény kedvező értéke) csak az utóbbi időben áll rendelkezésünkre. Az árnyékolóhatás a tapasztalatok szerint nem olyan erős, mint a CO_2-lézersugár esetén, de létezik *(9. ábra)* [6]. Ezt igazolják a bemutatott kísérleti, ill. mérési eredmények is.

2. táblázat. A szilárdtestlézeres hegesztési kísérletek technológiai változói

	1 m/perc	3 m/perc	5 m/perc	7 m/perc	9 m/perc
2000 W	x	x			
2500 W	x	x	x		
3000 W	x	x	x	x	x
3500 W			x	x	x
4000 W			x	x	x

Összefoglalás

A mélyvarratos lézersugaras hegesztés technológiája hazánkban is egyre elterjedtebb. A hegesztéstechnológiai



9. ábra. A plazmafelhő árnyékoló hatását szemléltető vázlat CO_2- és Nd:YAG-lézersugár esetén [6]

változók meghatározása során többnyire a lézersugár teljesítményét és a hegesztési sebességet értékelik, jó esetben a fókuszhelyzetet. Kétségtelen, hogy ezek fontosak a varratgeometria szempontjából, de a cikk arra szeretné a figyelmet felhívni, hogy a hegesztési munkagáz kémiai összetételének is markáns hatása van a hegesztés eredményére.

Az iparban alkalmazott két lézersugár-hullámhosszúsággal (CO_2 és szilárdtest) végzett, összesen 535 hegesztési kísérlet eredményeinek értékelése során bebizonyosodott, hogy a munkagáz összetétele befolyásolja a hegesztési gőzplazma csatorna fölött vibráló plazmafelhő szabadelektron sűrűségét. Ezen keresztül a felhő optikai tulajdonságait (abszorpció, reflexió, transzmisszió a lézersugár hullámhosszúságán), ennek következményeként a gőz-plazma csatornába jutó lézersugár-teljesítményt, így a megolvasztott és elpárologtatott fém mennyiségét, ill. arányát és mindezek a hegesztési varrat geometriáját. A cikk (terjedelmi okokból) az eredmények kis részére összpontosít, elsősorban a varratmélység és a munkagáz összetétele közötti összefüggésekre, ill. azok magyarázatára.

Irodalom

[1] *Sándor T.:* A semleges védőgázos, volfrámelektródás ívhegesztés teljesítménynövelési lehetőségei; PhD-értekezés; BME; 2014. p.: 65–72.

[2] *Sándor T. – Mekler C. – Dobránszky J. – Kaptay G.:* An improved theoretical model for A-TIG welding based on surface phase transition and reversed Marangoni flow, Metallurgical and Materials Transactions A, Metallurgical and Materials Transactions A 44 (2013:1) 351–361.

[3] *Beyer, E.:* Schweißen mit Laser. Berlin: Springer-Verlag, 1995

[4] *Klein, T.:* Freie und erzwungene Dynamik der Dampfkapillare beim Laserstrahlschweißen von Metallen, TU Braunschweig, Diss., 1996.

[5] *Buza G. – Erős A. – Fazakas É.:* A hegesztési munkagáz összetételének hatása a plazmaképződésre a lézersugaras hegesztés során, BKL Kohászat, 148, 2015/6, p.: 33–37.

[6] http://staatsmacht.org/Veranstaltungen/Lasertechnik/Zusammenschrift.pdf (2017. 01. 21);elib.suub.unibremen.de/diss/docs/E-Diss820_JSkupin.pdf (2017.01.02.)

[7] *Lehner, C.:* Beschreibung des Nd:YAG Laserstrahl-Schweißprozesses von Magnesiumdruckguss, Herbert Utz Verlag GmbH 2001., p.: 67–68.

MAJTÉNYI JÓZSEF – KÁRPÁTI VIKTOR – BENKE MÁRTON – MERTINGER VALÉRIA

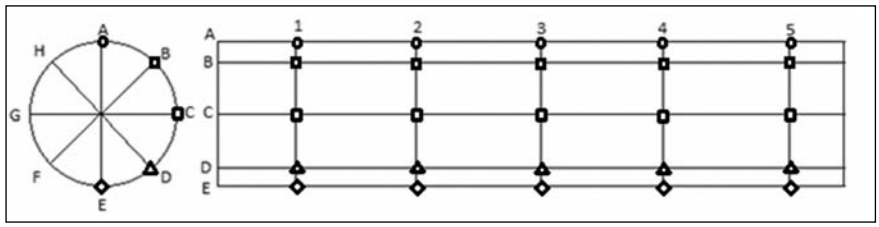
Maradó feszültség meghatározása marópróbás és röntgendiffrakciós módszerekkel járműipari kormányfogasléc félkésztermék gyártási folyamatában

Autóipari kormányrúd előtermékek maradó feszültségének változását a fő megmunkálási lépések, nevezetesen indukciós edzés, megeresztés, hántolás, polírozás, feszültségmentesítés és utópolírozás után innovatív, roncsolásmentes (mintakivágás nélküli) röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk. Az előtermékek deformációra való hajlamát a gyártó által már alkalmazott, makroszkopikus deformáción alapuló módszerrel határoztuk meg. A mért feszültségértékeket korreláltattuk a makroszkopikus deformációra való hajlammal. A kapott eredmények alapján az előtermékek anyageltávolítás közbeni deformációs hajlamát előre lehet jelezni a különböző megmunkálási állapotokban.

Bevezetés

A járműipar magas követelményeket támaszt a beszállítókkal szemben, nemcsak a méretpontosság, felületi érdesség vagy az anyag összetételére vonatkozóan, hanem olyan – egyszerű módszerrel nem mérhető – tulajdonságokkal szemben is, mint a maradó feszültség a félkész termékben. A maradó feszültség ismeretének azért van jelentősége, mert a

készre munkálás során a darabban lévő feszültséget megbontva a további megmunkálást nehezítheti, vagy bizonyos esetekben további megmunkálásra teljesen alkalmatlanná teheti. Annak érdekében, hogy monitorozzuk a maradó feszültség változását autóipari kormány fogasrúd félkésztermék megmunkálási fázisai után (edzés, nemesítés, hántolás, nyomópolírozás, feszültségmentesítő hőkezelés, utópolírozás), röntgendiffrakciós és maró próbás maradó feszültség vizsgálatokat végeztünk a tényleges gyártási sorból kivett mintadarabokon. A röntgendiffrakciós vizsgálati módszer egy innovatív, mintakivágást nem igénylő eljárás, mely egyrészt lehetővé tette a vizsgált rudakban lévő feszültségek meghatározását a valós feszültségtér megbontása nélkül. A roncsolásmentes jelleg másik előnye, hogy a röntgendiffrakciós vizsgálaton átesett mintadarabokon lehetőség volt elvégezni az anyageltávolításon alapuló maró próbás makroszkopikus deformáció vizsgálatokat és a két módszerrel kapott eredményeket összevetni. Röntgendiffrakciós módszerrel a vizsgált termék egy pontjában a vizsgált térfogatrészről számszerű feszültségértéket kapunk, míg a maró próbás vizsgálattal a makroszkopikus deformációból következtetünk a rúdban jelen lévő, nagy térfogatra kiterjedt maradó feszültségre. Azonban a maró próbás vizsgálattal nem kapunk számszerű feszültségértéket. Célunk a különböző gyártási folyamatokon átesett félkész termékekben kialakult maradó feszültség változásának nyomon követése, valamint a röntgendiffrakciós és a maró próbás mérési módszerekkel kapott eredmények közötti korreláció vizsgálata.



1. ábra. Az acél próbatest alkotói (A–H) mentén vizsgált pontok (1–5) távolsága [7]

Elvégzett vizsgálatok

A vizsgálatokat a járműiparban kedvelt DIN EN 10083-3 szabvány szerinti 37CrS4+HL nemesíthető acéltípusból készült félkészterméken végeztük, melynek összetételét az *1. táblázat* foglalja össze.

A vizsgált rudak autóipari kormány fogasrúd félkésztermékek, melyeken a Lech-Stahl Veredelung GmbH folyamatos gyártósoron az alábbi fő megmunkálási műveleteket végzik: edzés, megeresztés, hántolás, polírozás, feszültségcsökkentés, utópolírozás. A rudak feszültségállapotát minden megmunkálási lépés után feltérképeztük. A rudak gyártási folyamatának paraméterei az alábbiak. A körülbelül 7 m hosszú rudak hőkezelése indukciós módszerrel történik. Az edzési hőmérséklet 880 °C, melyről direkt vízhűtéssel edzik a rudakat. A rudak megeresztése 720 °C-on történik [1]. A hőkezelést követően a hántolás következik [2]. A megmunkálandó acélrudak egymást követően haladnak át a berendezés egyes szakaszain, így a meleghengerelt durva felületet eltávolítva egy kisebb, pontosabb tűrésosztályba tartozó átmérőt és felületi érdességet kapnak. Ezt követően az acélrudakat egy nyomópolírozó berendezéssel polírozzák [2], ezzel egy sima, egyenletes, mechanikai sérülésektől mentes felületet biztosítva a későbbi félkésztermék számára. A polírozott rudakat a megeresztési hőmérsékletnél kisebb hőmérsékleten indukciósan feszültségmentesítik. A feszültségmentesített rudakat végül egyengető polírozásnak vetik alá, mellyel a gyártás közben esetlegesen kialakult apró

1. táblázat. A kísérlethez felhasznált acél összetétele

Olvadékanalízis tömeg%-ban kifejezve															
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	Ni	Cu	Sn	Al	V	B	Ti	N
0,36	0,23	0,77	0,007	0,027	1,02	0,04	0,002	0,14	0,17	0,012	0,022	0,01	0,0003	0,001	0,008

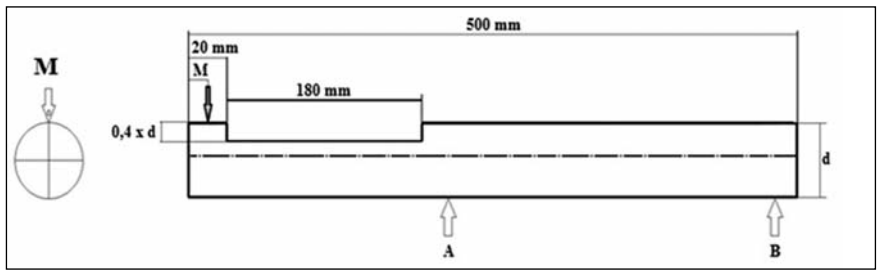
Majtényi József *2008-ban szerzett okleveles metallurgus-öntész summa cum laude diplomát a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. 2013-tól a Max Aicher Gruppe-hoz tartozó, németországi Lech-Stahl Veredelung GmbH oberndorfi gyárában a minőségbiztosítási osztály vezetője. 2014-ben levelező tagozaton doktorandusz hallgató lett a Miskolci Egyetem, Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetnél. Kutatási területe az indukciós acél edzés fémtani vonatkozásai, maradó feszültség kialakulása, mérése, különböző mérési módszerekkel.*

Kárpáti Viktor *a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának BSc-szakos hallgatója. Kutatási területe a rúdszerű előtermékekben edzési eljárások során kialakuló maradó feszültség jellemzése központ nélküli röntgendiffraktométerrel.*

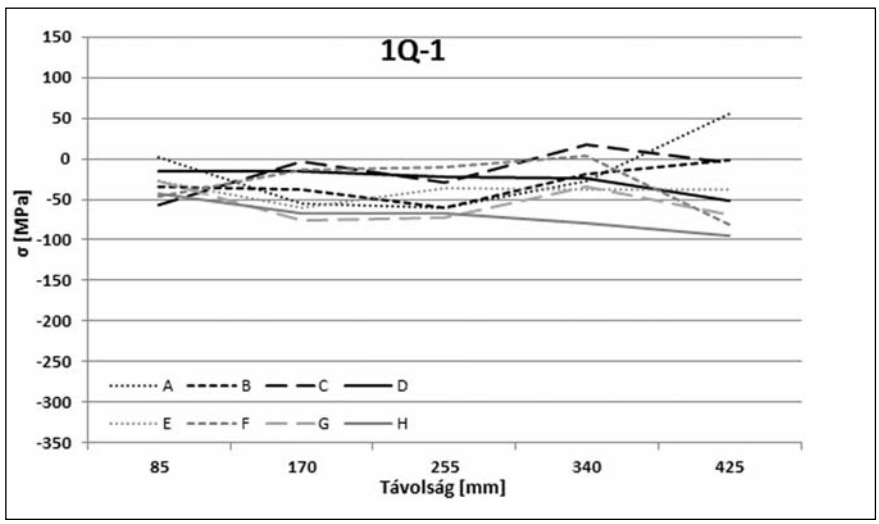
Dr. Benke Márton *2004-ben szerzett okleveles anyagmérnök diplomát a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. 2010-ben PhD-oklevelet szerzett. Jelenleg a Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben dolgozik egyetemi docensként. Főbb kutatási területei: martenzites átalakulások alakemlékező ötvözetekben és TWIP/TRIP acélokban; növelt élettartamú szelektív forrasztószerszám-anyag fejlesztése; ónalapú, többalkotós forraszanyagok fémtani folyamatainak vizsgálata; röntgendiffrakciós fázisazonosítás, maradó feszültség meghatározása röntgendiffrakciós módszerrel, textúravizsgálatok.*

Dr. Mertinger Valéria *1990-ben a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán fémalakító szakon, fémtani ágazaton, 1994-ben pedig a Kossuth Lajos Tudomány Egyetemen mérnök-fizikus szakon szerzett oklevelet. PhD-fokozatát 1998-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. A Műszaki Anyagtudományi Kar egyetemi tanára, a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet igazgatója, a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola törzstagja. Főbb kutatási területei: kristályosodás, martenzites átalakulások alakemlékező ötvözetekben és TWIP/TRIP acélokban, maradó feszültség meghatározása röntgendiffrakciós módszerrel, textúravizsgálatok, alumíniumötvözetek fémtani folyamatainak vizsgálata.*

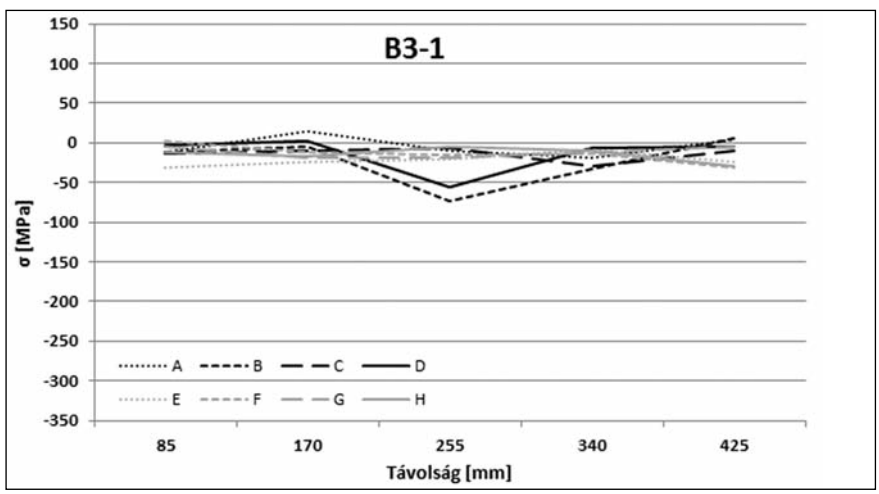
felületi karcokat, vagy bizonyos esetekben a deformálódást csökkentik. A 7 m hosszú rudakból minden egyes gyártási lépés után a vizsgálatokhoz szükséges 500 mm-es próbát vágtunk ki. A vizsgálandó rudak maradó feszültségállapotának mérése a Stresstech cég által gyártott XStress G3R központ nélküli röntgendiffraktométerrel történt. Ez a berendezés Magyarországon egyedülálló, sőt, még európai viszonylatban is ritkaságnak számít. A vizsgálatoknál Cr-röntgencsövet és a $\sin^2\Psi$ módszert alkalmaztuk – 45°, – 30°, 0°, 30° és 45° döntési szögekkel, mellyel a ferrit (211) rács síktávolságának (d) eltolódását mérjük minden Ψ döntési pozícióban [3–8]. Az alkalmazott csőfeszültség 25 kV, a fűtőáram 6 mA, a detektorív 50 mm és a kollimátor átmérője 3 mm volt. A maradó normálfeszültség (σ) értékeket a vizsgálandó rudak nyolc alkotója (A-H) mentén 85 mm ponttávolsággal minden pontban hosszanti irányban mértük. *(1. ábra).* A polírozott rudak esetében a részletesebb vizsgálat érdekében az alkotók mentén lévő mérési ponttávolságokat 20 mm-enként vettük fel. Az esetenként előforduló kiugró pont környezetében részletesebb vizsgálatot végeztünk, hogy megbizonyosodjunk a kiugró érték lokális jellegéről. A hántolt rudak esetében többlépéses mélységi feszültségvizsgálatot is végeztünk, melynél a rétegeket egy Struers gyártmányú Movi-Pol 5 típusú elektrolitos polírozó berendezéssel távolítottuk el. Minden polírozási lépés után az eltávolított réteg vastagságának mérése egy stabilan épített tartóban, Mitutoyo gyártmányú tapintásos elven működő mérőóra segítségével történt, mellyel az eltávolított rétegvastagságot ezred mm-es pontossággal mérhettük. Az átlagos feszültségértéket a rúdon mért összes feszültségérték átlagaként határoztuk meg. A röntgendiffrakciós méréseket követően a rudakban lévő feszültségállapotot marópróbás módszerrel vizsgáltuk, melynek menete az alábbi. A vizsgálandó rúdban lévő feszültségre utaló makroszkopikus deformációértéket a rúd kimunkálatlan állapotában megmért legnagyobb ütése, és a rúdból bizonyos részt kimunkálva ugyanazon pontban mért legnagyobb ütéskülönbsége (a deformáció nagysága) adja. A mérés lényege, hogy a *2. ábra* szerinti rajz alapján a mérendő próbának az M pontban ütésmérőórával megkeressük a legnegatívabb pontját, amit bejelölünk, és a mérőórát ebben a pontban lenullázzuk. Ez lesz a referenciapont (0). A próbát 360°-ban körbe forgatva megkeressük a rúd maximális ütési pontját, amit X-szel jelölünk. Ezt az állapotot marás előtti állapotnak nevezzük, hiszen itt a próba keresztmetszete még teljes. Ezt követően a próbából marással anyagot távolítunk el a 2. ábrán szereplő előírásnak megfelelő paraméterekkel – innen kapta a vizsgálat a „marópróba" elnevezést – úgy, hogy a próbán bejelölt X maximum pont a marógép asztalára 90°-os szöget bezárva felfelé



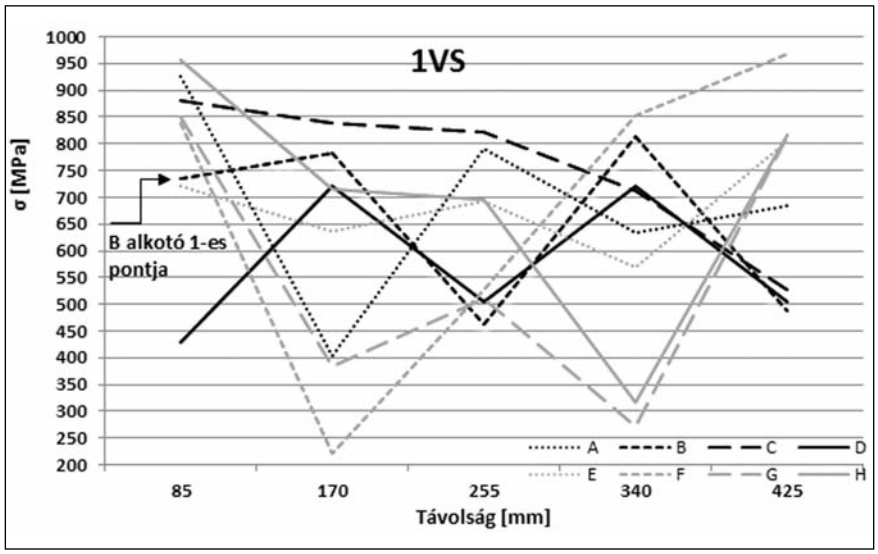
2. ábra. A marópróba mérési és megmunkálási paraméterei [6], ahol az M pont a mérés helye 10 mm-re a homlokfelülettől. A homlokfelülettől mérve az A pont 220 mm. a B pont 490 mm távolságra az alátámasztási pontokat jelöli



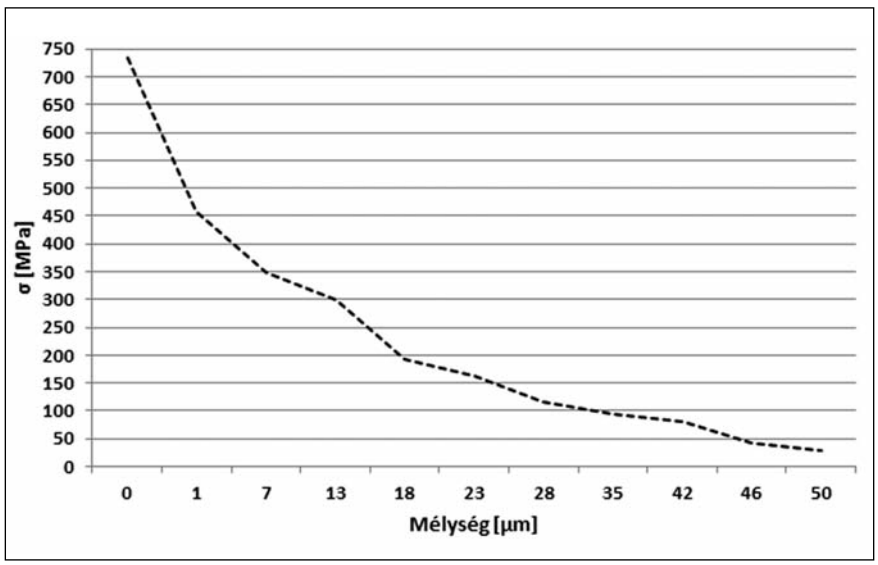
3. ábra. Az edzett rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén



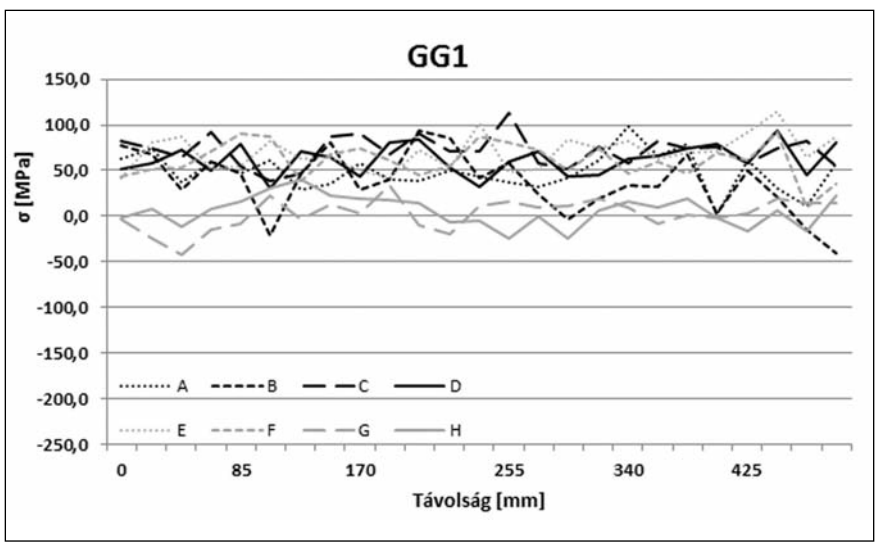
4. ábra. A megeresztett rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén



5. ábra. A nemesített, hántolt rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén



6. ábra. A nemesített, hántolt rúd B alkotójának 1. pontjában mért mélységi feszültségeloszlás



7. ábra. A polírozott rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén

legyen. A kimarandó terület mélysége az adott keresztmetszetű rúd átmérőjének a 40%-a, hossza 180 mm. A kimart próbán ismét megmérjük a darab maximális ütését, ebben az esetben úgy, hogy a mérőórát a korábban 0-val jelölt (referencia) pontnál nullázzuk. A vizsgálandó rúdban lévő feszültségre utaló deformációértéket a rúd maratlan állapotában megmért legnagyobb ütése és a rúdból bizonyos részt kimarva, ugyanazon pontban mért legnagyobb ütéskülönbsége (a deformáció nagysága) adja [9].

Eredmények

Az indukciósan edzett rúd maradó feszültségállapotát a *3. ábra* mutatja. Az ábrán az egymással szemben lévő alkotókat azonos vonaltípus jelzi. A feszültségmérések során a mérési hiba minden esetben 50 MPa alatti volt, ezért a mérési hibasávokat nem tüntettük fel.

Az ábrán látható, hogy az indukciós edzés után a rúdban jellemzően gyenge nyomófeszültség van jelen. Az indukciós edzés után a felületen kialakult nyomófeszültség összhangban van a szakirodalomban közölt eredményekkel [10]. A nyomófeszültség nagysága kicsi, a feszültségértékek 20 és 85 MPa között változnak. Az átlagos maradó feszültség értéke 35 MPa. A rúdban lévő maradó feszültség eloszlása alkotónként, valamint a rúd minden alkotója mentén viszonylag kis értékek között változik.

A megeresztett rúd maradó feszültségállapotát a *4. ábra* mutatja. Az alkalmazott indukciós gyártási technológiának köszönhetően a hőkezelendő acélrúd teljes hossza mentén, minden egyes pontjában azonos körülményekkel és beállításokkal történt a hőkezelés. Ez az ábrán a nyolc alkotón mért feszültségértékeken is jól látszik.

Jellemzően feszültségmentes állapot alakult ki. Az egész rúdban két alkotó egy-egy pontjában gyenge nyomófeszültség volt mérhető, melyek értéke 65 MPa alatti. Ezektől eltekintve a feszültségeloszlás egyenletes.

A hántolás hatására bekövetkező változást az *5. ábra* mutatja. A mechanikai anyageltávolításnak kö-

szönhetően a hántolt rúd felületközeli térfogatrészében nagy feszültségek alakultak ki.

A nemesített, hántolt rúdban kizárólag húzófeszültség van jelen, melynek eloszlása rendkívül rendezetlen, 200 MPa és megközelítőleg 1000 MPa között változik. Annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, a kaotikus feszültségértékek milyen mélységben vannak jelen, a B alkotó 1-es pontjában mélységi feszültségeloszlást mértünk *(6. ábra)*. Az ábrán megfigyelhető, hogy a felületen mért nagy, 750 MPa körüli húzófeszültség a felülettől távolodva hamar lecsökken. A maradó húzófeszültség ~50 µm mélységben teljesen lecsökken.

A polírozott rúd maradó feszültségállapotát a *7. ábra* mutatja. Az alkotók pontjain mért feszültségértékek a korábbi gyártási folyamathoz képest egy rendezettebb, kisebb feszültségállapotot mutatnak.

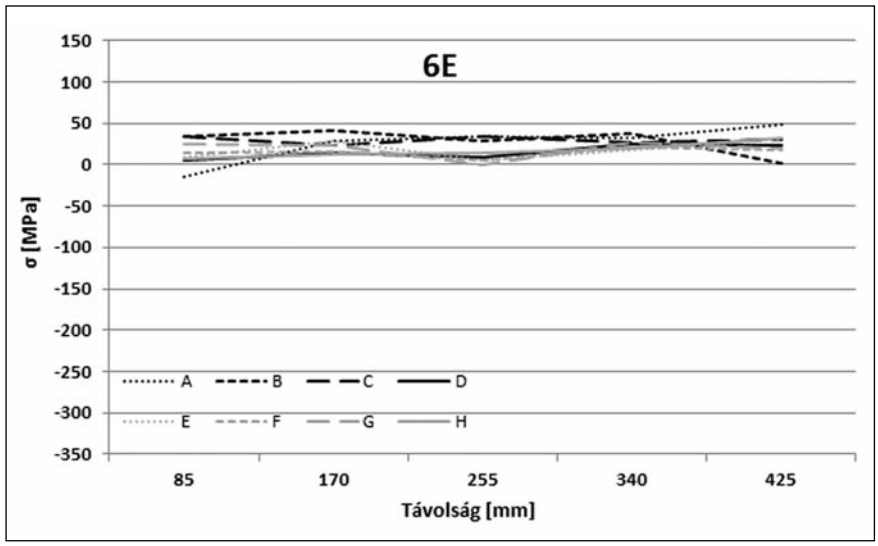
A feszültségértékek – 50 és 110 MPa között változnak, jellemzően gyenge húzófeszültség alakul ki. A polírozott rúd feszültségeloszlását az alkotók mentén 20 mm-es mérési távolsággal mértük annak érdekében, hogy egy részletesebb maradó feszültségállapotot kapjunk. A feszültségeloszlásról elmondható, hogy a rúdban kialakult feszültségeket jól tükrözi a ritkább, alkotónkénti öt mérési ponttal végzett térképezés is, melyet a többi megmunkálási lépés után alkalmaztunk.

A feszültségmentesített rúd maradó feszültségállapotát a *8. ábra* mutatja. Jól látható, hogy a polírozás közben kialakult feszültségállapotot az indukciós feszültségmentesítés nagyon jó eredménnyel csökkentette.

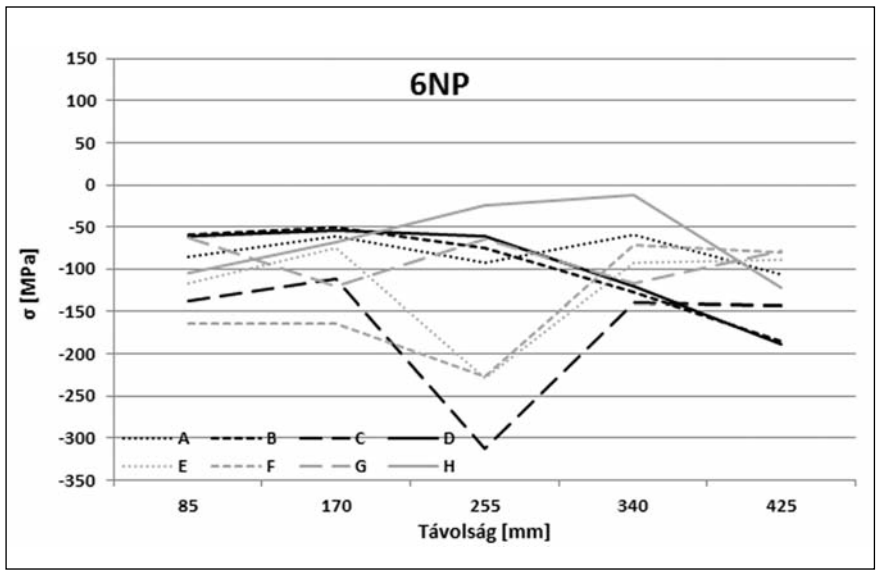
A rúdban gyakorlatilag feszültségmentes állapot volt mérhető, a mért feszültségértékek –15 és 45 MPa között változnak. A maradó feszültség eloszlása egyenletes, a diagramot nem jellemzik kiugró értékek.

Az utópolírozott rúd maradó feszültségállapotát a *9. ábra* mutatja. A nyomópolírozásnak köszönhetően a feszültségmentesített rudakban egy teljesen más karakterisztikájú maradó feszültség és feszültségeloszlás alakult ki.

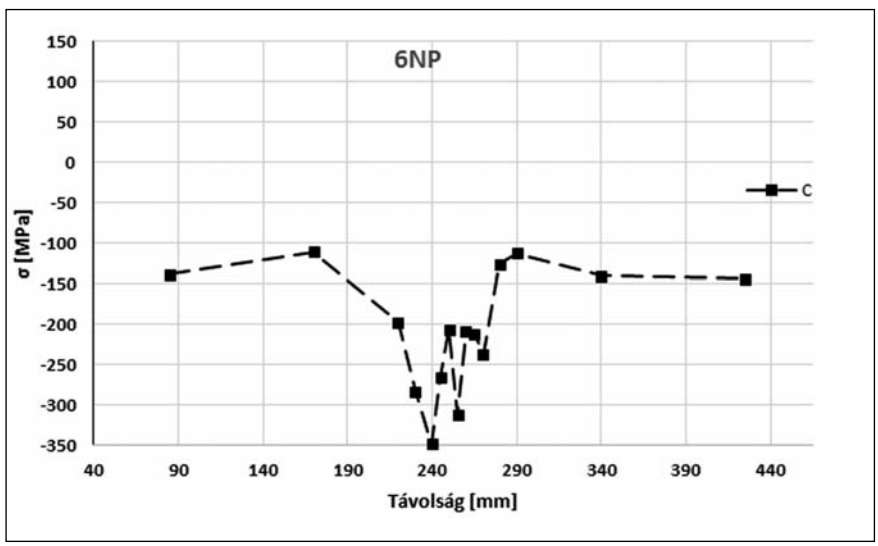
Az utópolírozott rúdban jellemzően nyomófeszültségek vannak jelen, melyek értékei –100 és 50 MPa



8. ábra. A feszültségmentesített rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén



9. ábra. Az utópolírozott rúd maradó feszültségállapota a nyolc alkotó (A–H) mentén



10. ábra. Az utópolírozott rúd C alkotója 3. mérési pontjának környezetében végzett részletes maradó feszültségmérés

2. táblázat. A marópróbás makroszkopikus deformációs vizsgálat eredményei, illetve a röntgendiffrakciós maradó feszültségértékek átlagértékei

Próba	Marás előtti ütés [mm]	Marás utáni ütés [mm]	Δ Ütés [mm]	Átlagos fesz. érték [MPa]
Edzett	1,040	1,525	0,485	–35
Nemesített	0,440	0,515	0,075	–15
Nemesített, hántolt	0,070	–0,115	0,185	663
Polírozott	0,105	0,235	0,130	45
Feszültségmentesített	0,135	0,14	0,005	21
Utópolírozott	0,105	0,08	0,025	–108

között vannak. A kialakult nyomófeszültség a nyomó polírozás következménye. A diagramon láthatunk kiugró értékeket. Annak érdekében, hogy a kiugró feszültségérték kiterjedését megvizsgáljuk, a legnagyobb feszültségérték környezetében további, részletesebb feszültségeloszlás-vizsgálatot végeztünk *(10. ábra).* A részletes mérési eredményen jól látszik, hogy a kiugró feszültségérték lokális jellegű.

A rudak maradó feszültség vizsgálata marópróbás módszerrel

A marópróbás módszerrel kapott eredményeket, illetve a röntgendiffrakciós feszültségmérésből származó átlagos feszültségértékeket a *2. táblázat* tartalmazza.

A 2. táblázat alapján elmondható, hogy edzés után a makroszkopikus deformáció és a rúd felületén mért átlagos maradó feszültség értéke egyaránt kicsi. Megfigyelhető, hogy a rúd ütése a marópróbás vizsgálat előtt 1,040 mm, a vizsgálat után pedig 1,525 mm, ütéskülönbsége pedig csupán 0,485 mm. Ez azt jelenti, hogy az edzett rúd egyenetlen, azonban deformációra nem hajlamos. A nemesítést követően a makroszkopikus deformáció és a maradó feszültség értéke tovább csökken. Hántolást követően a deformáció értéke kicsi marad, azonban a felületen mért feszültség értéke nagy. A mélységi feszültségeloszlás-vizsgálat azonban igazolta, hogy a nagy feszültségérték hamar leépül a rúd belseje fele haladva. Polírozás után a rúdban kicsi a deformáció, valamint a maradó feszültség értéke. A feszültségmentesített rúdban a deformáció és a maradó feszültség értéke tovább csökken. Az utópolírozás után a makroszkopikus deformáció értéke kicsi marad, a felületen gyenge nyomófeszültség mérhető.

Következtetések

Az edzett rúd esetében a rúd egyenetlen, azonban a makroszkopikus deformáció értéke kicsi, a rúd felületén mérhető maradó feszültség elhanyagolható. A megeresztés hatására a makroszkopikus deformáció értéke tovább csökken, amivel összhangban van a felületen mért maradó feszültség leépülése. Ez egyértelműen betudható a megeresztés feszültségcsökkentő hatásának. A hántolt rúd esetében azt tapasztaljuk, hogy a rúd felületén rendkívül nagy szórású húzó feszültségállapot alakul ki, mely kiugróan magas (1000 MPa) értéket is elérhet. A mélység szerinti feszültségvizsgálat azonban kimutatta, hogy ez a feszültség a felülettől már néhányszor 10 mikron mélységben lecsökken. Ez a jelenség megérthető, hiszen a hántolás egy forgácsolási művelet, amely során a felületről adott vastagságú anyagréteget távolítunk el. A forgácsolás után a munkadarab felületi egyenetlensége viszonylag nagy a felületen maradt anyagrészeknek köszönhetően. A felületen az anyageltávolítás ugyanis bemaródásokat, völgyeket hagy maga után. Az így kialakult mikrobarázdák feszültségállapota extrém értéket is felvehet a megmunkáló szerszámok (kések) mechanikai anyageltávolítása során fellépő igénybevétel miatt. Mivel a röntgensugárzás behatolási mélysége 10-15 μm, a hántolt rudak vizsgálata esetén erről az anyagrészről kapunk információt. Ezt igazolta a mélység szerinti feszültségeloszlás vizsgálata, amely szerint az extrém értékű feszültség már néhány 10 μm mélységben is erősen csökken. A marópróbás vizsgálat során láttuk, hogy a 880 °C-ról edzett, megeresztett hántolt rúd esetében kicsi az ütéskülönbség értéke (0,185 mm). Ez arra utal, hogy a felület közelében mért nagy feszültségértékek önmagukban nem elegendők ahhoz, hogy előre jelezzék a rúd marás – illetve a fogazat kialakítása – közbeni deformációját. A polírozott rúd esetében, normális polírozási beállítással nem keletkezik rendezetlen vagy nagy maradó feszültség az anyagban. Mind a röntgendiffrakciós, mind a marópróbás vizsgálati módszerrel kis maradó feszültségállapotot határoztunk meg. Az indukciós feszültségmentesített rúdban mért maradó feszültség és ütéskülönbség-értékek kisebbek, mint a feszültségmentesítést megelőző polírozott rúd esetében. Tehát ez a fajta feszültségmentesítés jó hatással csökkenti az anyagban lévő maradó feszültséget. Az utópolírozott rúd esetében kimutattuk, hogy a rúdon mért lokális (egy-két mérési pontra kiterjedő) feszültségmaximum megjelenése nem fogja a rúd elhajlását okozni. A marópróbás módszer óriási előnye, hogy egyszerű az eszközigénye, nem igényel speciális szaktudást, nem pontszerű eredményt ad és nem szükséges a vizsgált próba előéletét ismerni, hiszen tényleges deformációértéket ad, ami megfelelően jellemzi a deformációra való hajlamot a későbbi anyageltávolításkor. A röntgendiffrakciós vizsgálat pontos, számszerű értéket ad a maradó feszültség jellegéről, azonban csak a vizsgált térfogatra jellemző bizonyosan. Éppen ezért, a röntgendiffrakciós maradó feszültségmérés során kapott eredmény interpretálásakor figyelembe kell venni azt, hogy a munkadarab felületén mért feszültséget olyan megmunkálási lépés idézte elő, amely hatással volt a munkadarab egészének a feszültségállapotára, vagy csupán a felületközeli feszültségállapotot változtatta meg. Ezen ismeret hiányában mélység szerinti feszültségeloszlás-vizsgálatot kell végezni, amennyiben a cél a makroszkopikus deformációra való hajlam előrejelzése.

Köszönetnyilvánítás

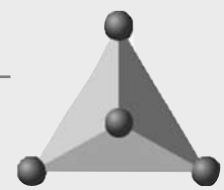
A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-00011 jelű „Fiatalodó

és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése" projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

[1] *Catrin Kammer, Ulrich Kammer, Volker Läpple:* Werkstoffkunde für Praktiker, Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, 124.
[2] http://meer.sms-group.com/fileadmin/user_upload/pdf/publication/langprodukte/blankstahl/5_SMS_Meer_Blankstahl-Schaelen_en.pdf
[3] *Aaron D. Krawitz:* Introduction to Diffraction in Materials Science and Engineering, Columbia, 2001. 278–300.
[4] *Aaron D. Krawitz:* Introduction to Diffraction in Materials Science and Engineering, Columbia, 2001. 300–312.
[5] XStress 3000 G3/G3R system, Operating instructions and instrument documents, 2012
[6] *Dr. Bárczy Pál, Dr. Fuchs Erik:* Metallográfia I., Tankönyvkiadó, Budapest, 1981
[7] *Sólyom Jenő:* Maradó feszültség mérése röntgendiffrakciós módszerrel gépalkatrészekben, Tanulmány, Miskolc, 2007
[8] *P. J. Withers, H. Bhadeshia:* Residual Stress Part1 – Measurement techniques, Mat Sci and Technology, 2001 Vol17 355–365.
[9] *Majtényi József:* I. Kutatószemináriumi dolgozat, Miskolci Egyetem, Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, 2014
[10] *Valery Rudnev, Don Loveless, Raymond L. Cook, Micah Black:* Handbook of Induction Heating, CRC Press, 2002 303.

XI. Országos Anyagtudományi Konferencia



2017. október 15–17. • Balatonkenese

Az Országos Anyagtudományi Konferencia-sorozat 2017-ben immár tizenegyedik alkalommal hívja integráló szakmai rendezvényre az anyagtudomány területén alkotó szakemberek széles körét, beleértve az anyagmérnököket, fizikusokat, kémikusokat, informatikusokat és a környezettudósokat is.

Az Országos Anyagtudományi Konferenciasorozat megrendezésének alapvető célja, hogy a fémekkel és ötvözetekkel, félvezetőkkel, kerámiákkal és szilikátokkal, polimerekkel és kompozitokkal foglalkozó szakemberek és kutatócsoportok lehetőséget kapjanak integráló kapcsolatok létesítésére, kutatás-fejlesztési eredményeik közreadására és cseréjére.

A konferencia szervezői mindig fokozott figyelmet fordítottak a pályakezdő fiatalok szakmai karrierjének támogatására. A konferencia kiadványaiban megjelenő publikációk jelentős mértékben hozzájárulnak a PhD-hallgatók publikációs követelményeinek teljesítéséhez. Az ez évi konferenciát a szervezőbizottság e szellemiségnek megfelelően a „Fiatal kutatók konferenciája"-ként deklarálta. A programban kiemelt helyen szerepel a fiatal tehetségek – elsősorban – hazai perspektíváinak megvitatása.

Augusztus végéig lehet az anyagtudomány, az anyagvizsgálat és az anyaginformatika legfrissebb eredményeiről, fontosabb irányairól és az eredmények felhasználásáról szóló poszterelőadásokkal jelentkezni.

A konferenciára regisztrálni a www.oatk.hu weboldalon keresztül lehet, mely további részletes információkkal szolgál a részvételről, a programról és a szervezők elérhetőségeiről.

Szervező Iroda
Diamond Congress Kft., OATK11
1015 Budapest,Csalogány u. 28.
Tel.: +36 1 214 7701, Fax: +36 1 201 2680
E-mail: diamond@diamond-congress.hu
http://www.diamond-congress.hu

Konferencia Titkárság
Kónya Ildikó, OATK11
2400 Dunaújváros, Liszt Ferenc kert 8. 4/1.
Tel.: +36 30 504 5818
E-mail: oatk@oatk.hu
http://www.oatk.hu

MultiScience – XXXI. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia a Miskolci Egyetemen

A Miskolci Egyetem 2017. április 20–21. között 31. alkalommal rendezte meg a hagyományos nemzetközi multidiszciplináris konferenciáját MultiScience – XXXI. microCAD elnevezéssel. Az esemény minden évben jelentős külföldi és hazai érdeklődést kelt, és jó lehetőséget ad a miskolci kutatások legfrissebb eredményeinek a bemutatására is.

A konferencia célja: a Miskolci Egyetem akkreditált tudomány területein tevékenykedő hazai és külföldi kutatóknak, szakembereknek és köztük nagy számban a PhD-hallgatóknak is elérhető lehetőséget biztosítani kutatási eredményeik bemutatására, az eredmények megvitatására, új szakmai és emberi kapcsolatok kiépítésére.

A konferenciának külön célja a Miskolci Egyetemen teljesült TÁMOP-projektek kapcsán létrejött, és további projektekkel is támogatott módon tovább működő tudományos műhelyekben elért kutatási eredmények ismertetése, széleskörű bemutatása és terjesztése.

A Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. április 20-án plenáris programmal kezdődött, melyen a Bécsi Műszaki Egyetem professzora, valamint két nemzetközileg is elismert oktató-kutató miskolci kollégánk tartott széles érdeklődésre számító előadást a multifunkcionálisan intelligens gyártási rendszerekről, a szerkezetek optimalizálásáról és a föld mélyébe, akár elárasztott aknákba is leküldhető robotok fejlesztéséről. A konferencia ezt követően a következő szimpóziumokban folytatta munkáját: Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Szimpózium; Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia Szimpózium; Mechatronika és Logisztika Szimpózium; Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Szimpózium; Állam- és Jogtudományi Szimpózium; Az Innovatív Termelés–Szolgáltatás és Intézményi Működés Kihívásai az Információs Társadalomban Szimpózium; Bölcsészet- és Társadalomtudományi Szimpózium; Egészség- és Orvostudományi Szimpózium.

A szekciókban elhangzott 154 előadásból 41 előadást külföldi előadó, 17 előadást magyarországi intézményekből, valamint 96 előadást a Miskolci Egyetemről jelentkezett előadó tartotta.

A képviselt országok – Magyarország mellett – a következők: Ausztria, Görögország, Horvátország, Nagy-Britannia, Lengyelország, Németország, Oroszország, Románia, Szlovákia, Ukrajna.

A találkozó kulturális és kísérő rendezvényei közé tartozott az Egyetem díszaulájában a gálaest és díszvacsora, ahol a külföldi résztvevők találkozhattak az Egyetem és a karok vezetésével, valamint a szekciók elnökeivel és titkáraival. Ugyanitt nyílt lehetőség a szakmai együttműködést segítő személyes kapcsolatok építésére kötetlenebb formában is. Az eseményt a Műszaki Anyagtudományi Kar Happy Metal zenekarának tematikus műsora és egy anyagmérnök-hallgató hastáncbemutatója is színesítette.

Már hagyomány, hogy ezen a baráti találkozón átadták a „microCAD Díszpolgára” címet azon személyek számára, akik az elmúlt évek során sokat fáradoztak a konferencia sikeréért, rangjának emeléséért. Az idén *Numan M. Durakbasa*, a Bécsi Műszaki Egyetem professzora kapta a megtisztelő címet.

Harcsik Béla

Prof. dr. Kékesi Tamás előadása

Prof. dr. Numan M. Durakbasa átveszi az oklevelet

Bakó Károly-emlékülés a Miskolci Egyetemen

A Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Intézete, az OMBKE Öntészeti Szakosztálya és a Magyar Öntészeti Szövetség szervezésében emlékülést tartottak a Miskolci Egyetemen a múlt év végén elhunyt *dr. Bakó Károly* professzor születésének 75. évfordulója alkalmából 2017. április 8-án.

A jeles nap alkalmából a család, a barátok, a pályatársak, az ipar képviselői, valamint az egyetem hallgatói és oktatói gyűltek össze az Öntészeti Intézet műhelycsarnokában, hogy közösen emlékezzenek és tisztelegjenek dr. Bakó Károly professzor emléke előtt.

A résztvevők innen vonultak át a 2016-ban, az elhunyt akadémisták emlékére felavatott egyetemi lélekharanghoz, ahol *dr. Varga László* intézetigazgató köszöntőbeszéde után megkondult az emlékezés harangja, majd az ősi karok himnuszai és az Öntésznóta eléneklése után közösen sétáltunk át az Öntészeti Intézet előadójába.

Itt *dr. Hatala Pál,* a MÖSZ ügyvezető igazgatója tartott méltató előadást, melyben összefoglalta Bakó professzor családi és szakmai életútját, oktatói és kutatói munkásságát, ipari és nemzetközi kapcsolatait. Szellemes visszaemlékezéssel idézte elénk a mindig segítőkész, nagy tudású kollégát, a jó humorú, kellemes társasági embert, az öntő szakemberek körében méltán szeretett és megbecsült jó barátot. Az elhangzottakat a dr. Bakó Károly életében készült fotókból összeállított vetítettképes előadás tette emlékezetessé.

Dr. Dúl Jenő címzetes egyetemi tanár bevezető szavai után Bakó professzor úr özvegye, *dr. Csáky Lilla* adta át az Öntészeti Intézet műhelycsarnokában elhelyezett kiállítást, mely dokumentumokból és életképekből összeállított tablóval és személyes tárgyak bemutatásával méltó emléket állít az Öntészeti Tanszék egykori oktatójának, dr. habil. Bakó Károly egyetemi magántanárnak, és lehetőséget teremt a jövő generáció számára is, hogy megismerje követésre méltó munkásságát.

Zárszóként az özvegy köszönetét fejezte ki az emlékülés és a kiállítás szervezőinek, valamint a megjelenteknek, hogy Bakó Károlyra ilyen felemelő módon emlékeztek és állítottak emléket.

Az emlékülésen is bebizonyosodott Bakó Károly gyászjelentésén olvasható Dosztojevszkij idézet:

„Az igaz ember eltávozik, de fénye megmarad."

Dr. Molnár Dániel

Megemlékezés a lélekharangnál

Az emlékkiállítás részlete

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának hírei – 2017. május

• A Miskolci Egyetem vezetői, oktatói és hallgatói a 2017. március 14-i ünnepi Szenátus Ülés keretében emlékeztek meg az 1848/49-es szabadságharc hőseiről. Az ünnepi rendezvényen arany, ezüst és bronz fokozatú Tanulmányi Emlékéremmel díjazták a legkiválóbb tanulmányi eredményeket elérő hallgatókat. A Műszaki Anyagtudományi Kar Tanulmányi Emlékérmének arany fokozata kitüntetésben részesült: *Gyarmati Gábor, Udayakumar Mahitha, Manivannan Nithyapriya, Vizi Dávid, Szabó Lajos Ádám.*

• 2017. április 24-én a Műszaki Anyagtudományi Kar a partnervállalataival közösen Anyagmérnök Duális Workshopon látta vendégül a képzés iránt érdeklődő jelentkezőket. A rendezvényen a karral együttműködő 50 partner közül 17 cég jelent meg kiállítóként. A Workshopon közel 100 fő vett részt. Az érdeklődőket *dr. Palotás Árpád Bence* dékán köszöntötte, majd *dr. Mende Tamás* dékánhelyettes ismertette a duális képzés részle-

A Lányok Napja résztvevői az egyetemen

teit. A különböző specializációk szakmai hátterét, vállalati partnereinek listáját a specializációk vezetői, képviselői mutatták be. Az előadások után volt idő a cégek standjainak felkeresésére, majd tematikus, interaktív laborbemutatókon is részt vehettek a továbbtanulni vágyó fiatalok. A rendezvény kötetlen beszélgetéssel zárult.

• 2017. április 28-án ismét középiskolás lányokat fogadott a Miskolci Egyetem. Az 5. alkalommal megrendezett Lányok Napja országos rendezvénysorozat idei állomását *dr. Torma András* rektor nyitotta meg, majd a lányok a három műszaki karon tehettek látogatást. Színes bemutatók, érdekes előadások szerepeltek ezévben is a programban. A rendezvény főszervezője, *Roneczné Ambrus-Tóth Judit*, a Nők a Tudományban Egyesület (NATE) észak-magyarországi regionális vezetője, a kar Dékáni Hivatalának ügyvivő szakértője kifejezetten sikeresnek értékelte az eseményt. Kiemelte, hogy a végzés előtt álló hallgatók között is többen vannak, akik első alkalommal egy Lányok Napján találkozhattak az egyetemmel, és az itt szerzett pozitív benyomások alapján döntöttek.

• Kiemelt fontosságú pályázatok indultak el a Műszaki Anyagtudományi Karon. 2017. március 1-jén indult két, a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program 2. prioritás keretében elnyert projekt. 2017. március 29–30-án, a Miskolci Egyetem és az Admatis Kft. szervezésében Miskolcon rendezték meg az ICARUS 6M Meetinget, tíz külföldi partner részvételével.

A 11 konzorciumi partnert tömörítő ICARUS Horizon 2020 pályázatot 2016 nyarán, a Burgosi Egyetem (Spanyolország) vezetésével nyerte el a Miskolci Egyetem. A brüsszeli finanszírozású, közel 2,7 millió eurós támogatással megvalósuló projekt miskolci rendezvényén az első hat hónapban történt szakmai előrehaladásról, valamint az űripari célra fejlesztendő nanoszerkezetű anyagok további kutatási irányairól vitáztak a partnerek.

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara által, a Széchenyi 2020 program keretében, az aktuális tervezési ciklusban elnyert pályázatok szoros kapcsolatban állnak a már futó projektekkel, kiegészítik egymást. A kilenc új kutatói státuszt teremtő, nano-GINOP elnevezésű GINOP-2.3.2-15-2016-00027 azonosító számú projekt, közel 900 millió forint európai uniós, vissza nem térítendő támogatással valósul meg. Ennek keretében több mint 30 munkatárs foglalkozik kristályos és amorf nanoszerkezetű anyagok kutatásával és fejlesztésével, melyhez hozzájárul a kutatóhelyi infrastruktúra koordinált fejlesztését célul kitűző, a Műszaki Földtudományi Karral közösen elnyert GINOP-3DLAB elnevezésű, GINOP-2.3.3-15-2016-00024 azonosító számú pályázat, melynek keretében négy nagy értékű eszközt szereznek be, szintén közel 900 millió forintos vissza nem térítendő európai uniós támogatásból.

• 2017. május 27–28-án a győri Édes Napokon vendégszerepelt az Anyagtudományi School Túra, azaz a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának látványos természettudományi bemutatója. A kar munkatársai a NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft. és a győri Mobilis Interaktív Kiállítási Központ meghívásának eleget téve utaztatták el a látványos, show-elemeket sem nélkülöző bemutatójukat Győrbe. A NEMAK támogatásának köszönhetően megtartott rendezvényen édességkülönlegességek, valamint a legújabb trendeknek megfelelő „street food" várta az érdeklődőket. A kar munkatársai mindkét napon látványos kísérleteket mutattak be, egy kis humorral is fűszerezve.

• 2017. június 1-jén együttműködési megállapodást kötött a Miskolci Egyetem az ISD Dunaferr Zrt.-vel, illetve az ÓAM Ózdi Acélművek Kft.-vel. Az együttműködés célja a Műszaki Anyagtudományi Kar Vas- és Acélmetallurgiai Intézeti Tanszékén folyó oktatási és kutatómunka támogatása. A szerződés létrehozásában a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés (MVAE) működött közre, a két cég és az egyetem közötti együttműködés létrejöttét pedig az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) által létrehozott támogatási rendszer tette lehetővé. Az együttműködési megállapodást az egyetem rektora, *dr. Torma András*, míg az ÓAM Ózdi Acélművek Kft. részéről *Bartha Imre* ügyvezető igazgató, az ISD Dunaferr Zrt. oldaláról pedig *dr. Sevcsik Mónika*, RMS- és HR-igazgató látta el kézjegyével. Az eseményen jelen volt *dr. Móger Róbert*, az MVAE igazgatója, az Emberi Erőforrások Minisztériumának részéről *dr. Horváth Zita*, illetve a műszaki anyagtudományi kar több vezető oktatója.

Harcsik Béla

ÖSSZEÁLLÍTOTTA: *Schudich Anna*

CSEHIL GYÖRGY – HARCSIK BÉLA

A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában

Az emberek régóta hódolnak hobbijaiknak, amik gyakran gyűjtőszenvedélyben nyilvánulnak meg. Vannak, akik egy adott tárgyból mindent összegyűjtenek, ami a kezük ügyébe kerül, és vannak olyanok, akik specializálódnak, gyakran a munkájukhoz kapcsolódó dolgokra. Csehil György okleveles kohómérnök egy mindenki által ismert és sokak által gyűjtött tárgyat, a bélyeget választotta szenvedélyének tárgyául, kombinálva munkájával, a kohászattal. A szakmailag rendszerezett, kb. 5000 darabos gyűjteménye öt kontinens 110 országából származó bányász-kohász vonatkozású bélyegekből, díjjegyesekből (bélyegzések, alkalmi levelezőlapok, borítékok, emléklapok, első napi borítékok – FDC) áll. A világ 16 országából – nemcsak Európából, hanem Kanadából, Brazíliából, Japánból és Indiából – talált olyan bélyeggyűjtőket, akik hazájuk bélyegeivel segítettek kiegészíteni az egyébként is jelentős gyűjteményt. Az öt évtized alatt összeállt tekintélyes gyűjteményből a szerző által válogatott közel hatvan, a témához kapcsolódó darabot mutatja be a cikk.

1. A kohászat története a filatéliában

Rowland Hill (1759–1879) **<1 b3>** postareformjaként 1840. május 6-án jelent meg a világ első postabélyege, a Black Penny Angliában. Ez új területet nyitott a „homo ludens", a játékos ember gyűjtőszenvedélye számára. A bélyeggyűjtés kezdetben világrészek, országok kiadványaira irányult, a bélyegek számának és témaválasztékának bővülésével a bélyeggyűjtők köre is növekedett. Szervezetekbe tömörültek, s szervezett formában gyarapították gyűjteményüket. A bélyegkiadások a gyűjtésében rejlő üzleti lehetőséget felismerve gyors ütemben szaporodtak. A legtöbb bélyeggyűjtő figyelme egy-egy azonos témát vagy ábrát megjelenítő bélyegek gyűjtésére irányult. Kialakult a motívum-bélyeggyűjtés ágazata, mely ma már teret nyert az egész világon. A motívumterületek legnagyobb részét a könnyen felismerhető, különleges szakmai ismeretet nem igénylő, többnyire esztétikumot is képviselő témájú bélyegek gyűjtése képezte.

Az ipart megjelenítő bélyegek gyűjtésének már több kritériuma van. Egyrészt a kezdeti kis érdeklődés miatt alacsony volt az ilyen témájú bélyegek, bélyegzések, díjjegyesek (levelezőlapok, borítékok) száma, másrészt az adott iparhoz kapcsolódó szakmai ismeret hiánya korlátozta az ilyen motívumgyűjtők számát. Még az igen széles területet felölelő ipar fogalmán belül is vannak olyan iparágak, melyek az azt megjelenítő postai kiadványokon megfelelő szakismeret nélkül nehezen ismerhetők fel. Ezek sorában is különleges helyet foglal el a kohászat. A kohászati berendezések sokfélesége, különböző ágazatai, technológiai fázisai, a kapcsolódó tudományos és történeti háttere, munkafolyamatai részben a kis érdeklődés, részben a korszerűtlen nyomdatechnika miatt csak ritkán jelentek meg bélyegábrázolás formájában.

Az első kohászati létesítményt ábrázoló bélyegek az I. világháborút követő években Felső-Sziléziában, a Saar-vidéken és Luxemburgban jelentek meg nagyolvasztót, illetve kohóművet ábrázoló bélyegképpel. Az 1950-es évek közepétől azonban egyre több ország lépett a kohászat valamilyen jellemző mozzanatát vagy létesítményét ábrázoló bélyeget kibocsátó államok sorába. Ma már több mint 120 ország postabélyege, bélyegzése, díjjegyese tartalmaz kohászatra utaló ábrákat, amelyek sok esetben egyes kohászati üzemek létesítésének jubileumairól vagy üzembe helyezéséről emlékeznek meg.

Olyan szerteágazó témaválaszték található már ezen a gyűjtési területen is, hogy a kohászat történetisége, technológiai ágazatai, szakmai képzése, hagyományai, a kohászat tech-

Csehil György *okl. kohómérnök, 1968-ban szerzett diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán metallurgusként. Tanulmányai végeztével a Lenin Kohászati Művek nagyolvasztó gyáregységénél dolgozott különböző beosztásban egészen a diósgyőri nyersvasgyártás 1996-os megszűnéséig, mikor ő volt a műszaki osztály utolsó vezetője.*

Dr. Harcsik Béla *2000-ben okl. kohómérnöki diplomát szerzett a ME Anyag- és Kohómérnöki Karán. PhD-fokozatát 2012-ben szerezte a ME Műszaki Anyagtudományi Karán. 2000 és 2007 között különböző acélöntödékben, illetve acélipari vállalatoknál, majd 2007 szeptemberétől a ME Metallurgiai Intézetében (és jogelődjeinél) dolgozott. 2017. június 1-től a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjteményének vezetője.*

A cikkhez tartozó színes bélyegképek a hátsó borító belső (jelölés: **< szám b3>**) és külső (jelölés: **< szám b4>**) oldalán láthatók. A hely jobb kihasználása érdekében a borítókon a képeket nem sorszám, hanem méret szerinti sorrendben csoportosítottuk. A borítékok, bélyegzések stb. képei a szöveges oldalakon (jelölés: **< szám sz>**) találhatók.

nológiai fejlődését segítő személyiségek rendszerbefoglalásával a kohászat története és technológiai folyamata egységes egészként mutatható be a filatélia tükrében.

A kohászszakma bemutatott megalapozói, kutatói, tudósai és támogatói az alábbi területeken fejtették ki tevékenységüket:

1. A kohászati ismeretek elméleti-gyakorlati alapjainak megteremtése
2. Érc- és energiaforrások kutatása, geológia
3. Nyersvasgyártás
4. Acélgyártás
5. Fémkohászat
6. Öntészet
7. Bányász-kohász szakemberképzés
8. Szakmai egyesületek
9. A szakma tradíciója, védőszentjei, patrónusai

2. A bemutatott bélyegek ismertetése

2.1. A kohászati ismeretek elméleti-gyakorlati alapjainak megteremtése

• A bányászat és kohászat gyakorlati ismeretei első rendszerezőjének a világ szakmai társadalma *Georgius Agricolát* tekinti (1494–1555) **<2 b3>**. A cseh-szász Érchegység bányáinak, kohóinak, ásványainak tanulmányozása alapozta meg élete fő művét, a „De re metallica" c. könyvet, amely ma is hasznos ismereteket nyújt a bányászat és a kohászat számára. Filatéliai emlékei az NDK, Csehszlovákia, Németország és a Miskolci Egyetem kiadványaiban jelentek meg.

• A kohászati folyamatok vizsgálatához, megértéséhez az elengedhetetlenül szükséges oxidáció, redukció fogalmának definíciója *Antoine Laurent Lavoisier* (1743–1794) **<3 b3>** francia kémikus nevéhez fűződik. Kutatásainak eredményét 1777-ben „Az égésről általában" c. művében tette közzé.

2.2. Érc- és energiaforrások kutatása, geológia

• A kohászat alapanyagát képező ércvagyon csökkenése, ugyanakkor a termelési igény növekedése tette szükségessé az ércelőfordulások és energiahordozók (szén, olaj, kőolaj) lelőhelyeinek tudományos eszközökkel való feltárását.

• Úttörő, és még ma is meghatározó szerepet játszott *Eötvös Loránd* (1848–1919) **<4 b3>**. Gravitációs vizsgálatai és erre szerkesztett torziós ingája a nehézségi erő egyenetlenségeinek mérésével a földfelszín alatti kőzetek sűrűségének, így az ércféleségek előfordulásának meghatározására alkalmas.

• *Ignacy Domeyko* (1802–1889) **<5 b3>** nemzetközileg ma is elismert lengyel származású geológus egyetemi professzornak jelentős szerepe volt Chile ásványvagyonának, ezen belül a rézérc előfordulásának feltárásában, geológiai térképének összeállításában, a tudományos kutatás és oktatás megszervezésében.

• *Jules Garnier* (1839–1904) **<6 b3>** francia geológus és bányamérnök. 1865-ben Új-Kaledóniában nagy nikkelérctelepet fedezett fel, a talált ércet róla garnieritnek nevezték el.

2.3. Nyersvasgyártás

A nyersvasgyártás termelő berendezése egy aknáskemence, a nagyolvasztó. A benne végbemenő fizikai-kémiai folyamatok során a koksz karbontartalma, a koksz elégetéséből származó szén-monoxid gáz, illetve a szénhidrogének és vízgőz bomlásából származó hidrogén redukálja a vasat oxidjaiból (*vasércbánya* **<7 b3>**, *magnetit vasérc* **<8 b3>**). Az olvadási és kémiai folyamatok hőszükségletét a koksz égéshője, valamint a léghevítőkben 1000-1200 °C-ra felmelegített fúvólevegő biztosítja.

A nyersvasgyártás meghatározó tényezőinek fejlesztésében úttörő szerepet játszó személyekkel is találkozunk filatéliai kiadványokban:

• *Abraham Darby* (1678–1717) angol mérnök a faszenes kohósítást kiváltva elvégezte az első eredményes kokszos ércolvasztási kísérleteket 1709-ben Birminghamben. A gyártási eljárást fia 1735-ben már üzemi szinten alkalmazta. A Darby-család műszaki zsenialitását őrzi Shropshierben Európa első, a Sevren folyó felett ívelő öntöttvas szerkezetű hídja, az Ironbridge **<9 b3>**. A bélyegen is megörökített hidat apja tervei alapján gyártotta és építette az ifjabb Darby 1781-ben. Abraham Darby-ről nem készült bélyeg, de számos filatéliai kiadványban találkozunk felfedezésének emlékével. Ilyen pl. a Bhutáni szultánság acélfóliára nyomtatott, a vaskohászat történetét bemutató blokksorozatának egyik címlete **<10 sz>**, amely méhkas rendszerű kokszolót ábrázol. Lengyelország 2003-ban kiadott bélyegkiállítási emlékblokkján vázlatos formában látható a – ma már Katowice egyik városrészének számító – *Huta Hohenlohe* egykori nagyolvasztója **<11 sz>**, amely azok közé tartozott, ahol Európában elsőként alkalmaztak kokszos nyersvasgyártást. Magyar emlék a Sztálinvárosi *(Dunaújvárosi) Kokszolómű* átadásánál alkalmazott alkalmi bélyegzés **<12 sz>**.

• *Fazola Henrik* (1730–1779) lakatos és toronyóra-készítőből vált vasmű alapítóvá. Felismerte a kor vashiányát és a Bükk adta lehetőségeket,

10. A bhutáni szultánság blokkja

11. Huta Hohenlohe bélyegblok

12. Sztálin Vasmű kokszoló indítása pecsét

13. 200 éves a diósgyőri kohászat boríték

1770-ben megalapította – Mária Terézia jóváhagyásával – a mai Ómassa, illetve Hámor települések területén a diósgyőri kohászat megalapozását jelentő gyárat. Fia, *Fazola Frigyes* által tervezett és épített újmassai őskohó hazánk országos hírű ipari műemléke. Filatéliai emléküket jelenti a Diósgyőri Kohászat alapításának 200 éves évfordulójára megjelent FDC „Őskohó" rajza <**13 sz**>, továbbá a diósgyőri első korszerű 1. számú nagyolvasztót <**14 b3**>, és az első hazai „óriáskohó"-t <**15 b3**> bemutató bélyeg.

• *Edward Alfred Cowper* (1819–1893) 1857-ben szabadalmaztatta a világviszonylatban elterjedt, angol szakmai szövegben cowperként megnevezett regeneratív – váltakozó ciklusban fűtési, illetve fúvatási módban üzemeltetett – léghevítőt. Ennek korszerű formája, egy ún. külső tűzaknás léghevítő látható a Német Szövetségi Köztársaság 1975-ben kiadott bélyegén <**16 b3**>.

• *Mihail Alexandrovics Pavlov* (1863–1958) kohómérnök <**17 b3**> üzemi körülmények között a nagyolvasztókban végbemenő fizikai-kémiai folyamatokat tanulmányozta. A Szovjet Tudományos Akadémia 1927-ben levelező, majd 1932-ben rendes tagjává választotta. Tapasztalatait, az előforduló üzemzavarok elhárításának módozatait „A nyersvasgyártás kohászata" című művében foglalta össze.

2.4. Acélgyártás

A XVIII. századig szilárd acéltermékeket állítottak elő a buca-, illetve gomolyakemencékkel, a folytacélgyártás csak a friss tűzi eljárásokkal valósult meg. Az első igazi áttörés a folyékony acél tömeggyártásában a XIX. század második felében indult meg az acélgyártás területén:

• *Henry Bessemer* (1813–1898) brit mérnök szélfrissítő eljárását 1885-ben „Kovácsolható vasak gyártása nyersvasfürdőn átfúvatott levegővel" tárgyban szabadalmaztatta. A róla elnevezett kemencében <**18 b3**> külső tüzelés nélkül gyártottak acélt a folyékony nyersvasból. Elismerésként többek között London díszpolgára lett. Bessemer konverterét a technológia 100. évfordulójára kiadott svéd bélyeg örökíti meg.

• *Sidney Gilchrist Thomas* (1850–1885) angol kohász <**19 b3**> szabadalma küszöbölte ki a Bessemer-eljárás azon hátrányát, hogy nagy foszfortartalmú nyersvas feldolgozására nem volt alkalmas, ezért a konverter savas bélését bázikusra cserélte.

• A szélfrissítéses acélgyártás hátrányait (felgyülemlett hulladékvas, alacsony minőségi szint) a francia *Pierre Martin* (1824–1915) kohász <**20 b3**> acélgyártási eljárása küszöbölte ki 1865-ben. A technológia a folyékony nyersvas és a hulladékvas tetszőleges arányú feldolgozását tette lehetővé változatos ötvözöttségű acéllá.

• Az új technológia a német *Siemens fivérek (Carl William* 1823–1883, *August Friedrich* 1826–1904) által 1856–1861 között kifejlesztett rácskamrás regeneratív tüzelési rendszerrel teljessé válva Siemens–Martin-kemenceként terjedt el a világon. A lengyel posta a Huta Batory <**21 sz**> alapításának 100. évfordulójára kiadott levelezőlapja a kohómű elődjét, a Bismarck-Hüttét is ábrázolja. 1890-ben itt vezették be Európában először ebben a térségben a Siemens–Martin acélgyártási technológiát. Az SM-acélgyártás egyik fontos technológiai lépését, a nyersvasbeöntését egy ausztrál bélyeg <**22 b3**> ábrázolja.

• Az elektromossággal foglalkozó harmadik Siemens-fivért, *Werner von Siemenst* (1816–1892) <**23 b3**> nemcsak a dinamó feltalálójaként, hanem az ívfényes olvasztás megalapozójaként is számon tartják.

• W. Siemens először 1879-ben laboratóriumi körülmények között alkalmazta a villamosenergia hőhatását acélolvasztásra. Üzemi körülmények között 1898-ban *Emilio Stassano* villamos aknáskemencéjében történt acélolvasztás. A technológiában áttörést jelentett *Paul Heroult* (1863–1924) francia kémikus <**24 b4**> 1900-ban szabadalmaztatott eljárása, melynek során a fémbetét és a grafitelektródák között képződő villamos ív hőhatása biztosította az olvasztás energiáját. Gyakorlatilag ennek a technológiának a korszerűsített változatait <**25 b4**> használják még ma is a minőségi acélok gyártásában.

• Az ipari oxigén gazdaságos előállításával megnyílt az út a szélfrissítéses acélgyártások hátrányainak kiküszöbölésére, kifejlesztették az LD-eljárást <**26 sz**>. A technológia első adagját 1952 novemberében Linzben csapolták, amit röviddel később követett a donawitzi csapolás. A két város nevének kezdőbetűjéből alakult ki az LD elnevezés. Ma a két legelterjedtebb acélgyártási eljárás az ívfényes elektroacélgyártás (~30%), illetve az LD-konverteres (~70%) technológia.

• Az Amerikába kivándorolt skót származású *Andrew Carnegie* (1835–1919) nagyiparos **<27 b4>** összegyűjtött vagyonából alapította meg Pittsburgh-ben a Carnegie Steel Works acélművet, ezzel az amerikai acélipari fejlesztés vezéralakjává vált. 1907. január 10-én a cég Jones and Laughlin Acélüzemében egy kemencerobbanás következtében több tucat munkás – közöttük számos magyar

21. 100 éves a Batory-kohómű levelezőlap

26. 40 éves az LD-eljárás boríték

bevándorló – vesztette életét. Carnegie vagyonát később jótékony célokra fordította, könyvtárakat alapított, a művészeteket támogatta.

• *Jamsetji Tata* (1839–1904) indiai nagyiparos <**28 b3**> a Tata-konszern megalapítója, az indiai ipar nagy alakja. Életének három célkitűzése volt: a vas- és acélvállalat megalapítása, oktatási intézet megszervezése, vízerőmű építése. Célkitűzését később családja valósította meg (Tata Steel, Jaguar, Land Rover stb.)

28a. A Gustave Eiffel borítók

• Az acél kreatív zseniális felhasználási módját *Alexandre Gustave Eiffel* (1832–1923) francia vegyészmérnök ma már világszerte ismert alkotása, az Eiffel-torony példázza, amely légiesen könnyed formában ötvözi a művészi esztétikumot az acélrácsszerkezet robosztusságával. Születésének 150. évfordulójára a francia posta selyem nyomású elsőnapi borítékon jelentette meg az emlékbélyeget <**28a sz**>.

2.5. Fémkohászat

A fémkohászat a fémek sokfélesége és felhasználási lehetőségeik változatossága miatt a vaskohászaténál sokkal nagyobb területet ölel fel. Ennek ellenére a filatéliában csak ritkán találkozunk olyan kutatók megjelenítésével, akik valamely fém előállítási technológiájának kidolgozásában maradandót alkottak, nevüket üzemek, technológiák viselik.

• Kapnikbányán született a természettudós és humanista *Born Ignác* (1742–1791) <**29 b4**>, aki udvari tanácsosi tényked ése során dolgozta ki világszenzációnak számító eljárását. A gyártási technológiában az ezüst- és aranyércet klórozó pörkölésnek vetik alá, a kloridból a nemesfémet vassal vagy rézzel cementálják, majd ezt higannyal érintkeztetve a fémet szétválasztják. Ezt az eljárást 1786-ban a Selmec melletti Szklenón már üzemi szinten alkalmazták. Born itt alakította meg a világ első nemzetközi szakmai társulatát „Societät der Bergkunde" néven. 1845-ben emlékére nevezték el bornitnek az általa felfedezett Cu_5FeS_4 rézásványt.

• A Freibergi Bányászati Akadémia alapításának 200. évfordulójára kiadott bélyegsorozat egyik címlete középkori űzőkemencét ábrázol <**30 b3**>, amely nemesfémekben feldúsult ólomból az ezüst és arany kiválasztására szolgált.

• Egy rézolvasztó kemencét a lengyelek jelentettek meg bélyegen <**31 b3**>, egy másik olvasztóberendezést pedig a finnek <**32 b3**>.

• Az alumíniumipar fejlődésében meghatározó szerepet játszott *Henri Étienne Sainte-Claire Deville* (1818–1881) francia kémikus <**33 b4**>. Nevét disszociációs elmélete, és különféle fémek, elsősorban az alumínium előállításának kutatása tette ismertté. Az alumíniumot, szilíciumot és bórt egészen tiszta állapotban állította elő. Németországban a vízmentes alumínium-klorid káliumos redukciójával történő alumíniumgyártás irányítója volt.

• Deville költséges és nehézkes alumíniumgyártási technológiájában áttörést jelentett *Carl Josef Bayer* (1847–1904) osztrák vegyész eljárása <**34 sz**>. A Bayer-eljárás terméke a timföld, melyből elektrolízissel nyerik ki a fémalumíniumot.

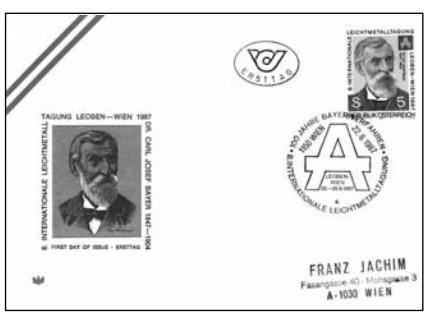
• Az alumíniumgyártás technológiai folyamata egységes egészként is szemlélhető a bauxitbányászat <**35 b4**>, a timföldgyártás <**36 b4**> és az alumíniumelektrolízis <**37 b4**> bélyeg ábrázolásainak sorba állításával.

• *Jean Jacques Dony* (1759–1819) liege-i lelkészként <**38 b4**> a belgiumi cinkérctelepekre jellemző kalamin ércből vízszintes retortában fémcinket állított elő. A Broken Hill-i cinkbányát ábrázolja a <**39 b4**> bélyeg.

• Az *Elhuyar-fivérek*, *Juan Jose* (1754–1796) és *Fausto* (1755–1833) spanyol kémikusok <**40 b4**> 1783-ban a Zinnwald-Georgenfeldi volframit érc <**41 b4**> vizsgálata során fedezték fel a volfrámot.

• *Weiss Manfréd* (1857–1922) – testvérével, Bertholddal – egyik első vállalkozása a „szelencében eltartható" húskonzervek készítése volt, majd a hadiipari megrendelések miatt fokozatosan áttértek a fémipari tevékenységre. Biztonsági okok miatt gyárukat 1892-ben költöztették át a Csepel-szigetre, ahol 1914-re az ország legnagyobb (28.000 alkalmazott), az Osztrák–Magyar Monarchia második legnagyobb hadiüzemévé fejlődött. A gyáróriás a hazai fémipar és gépgyártás legnagyobb üzeme volt a rendszerváltásig, többek között itt épült az első hazai alumíniumelektrolizáló kád. Az üzembe helyezés 20. évfordulójára <**42 sz**> a Magyar Posta a világon elsőként alumíniumfóliára nyomott bélyeggel <**42a sz**> emlékezett meg.

42. Az első alumíniumbélyeg



34. Dr. Carl Joseph Bayer boríték

42a. 20 éves a magyar alumíniumkohászat

2.6. Öntészet

Az öntészet legjelentősebb hazai személyisége volt *Ganz Ábrahám* (1814–1867) vasöntő mester, aki kéregöntésű öntvények szabadalmának köszönhetően szerzett vagyonából alapította meg a Ganz-gyárat, amely a hazai ipar egyik legnagyobb jelentőségű vállalata volt másfél évszázadon keresztül. Születésének 200. évfordulójáról borítékkal emlékeztek meg <**43 sz**>. Az eredeti öntödéjében 1964-ig folyt a termelés, majd leállítása után ott alakították ki az Öntödei Múzeumot.

A magyar öntészet meghatározó rendezvénye volt az 1978-ban tartott 45. Nemzetközi Öntőkongresszus, amelynek tiszteletére postabélyegzés <**44 sz**> készült.

43. 200 éve született Ganz Ábrahám

44. 45. Nemzetközi Öntőnapok 1978, postabélyegzés

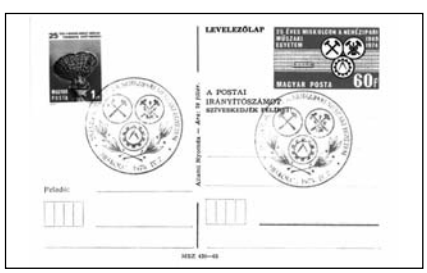
Az egyik leghíresebb öntvényről, az 1586-ban *Andrej Csohov* öntőmester által bronzból öntött Cár-ágyúról is készült bélyeg <**45 b4**>.

Kevéssé ismert, hogy *Johannes Gutenberg* (1400?–1468) <**46 b4**> német aranyművesnek, a könyvnyomtatás feltalálójának az öntészethez is van kötődése. Nevéhez fűződik a nyomtatás több öntészeti vonatkozású technikai feltételének kidolgozása. Ilyen a betűfém összetevőinek (ólom, ón, antimon) és arányának meghatározása, valamint a betűk öntési módjának megoldása kézi öntőkészülék alkalmazásával.

2.7. Bányász-kohász képzés

A XVIII. században felismerték, hogy a fémtermeléssel szemben támasztott igényeket nem lehet az akkor használatos módszerekkel továbbvinni, szükségessé vált a kohászat és a bányászat számára a szakemberképzés megújítása. 1735-ben létesült Selmecbányán a Bergschule (bányászati-kohászati iskola), ami az elsők között alapított műszaki felsőoktatási intézmény volt a világon. A *selmecbányai akadémia* alapításának 200. évfordulójáról elsőnapi borítékkal a csehszlovák posta <**47 sz**>, a jogutódként 1949-ben alapított miskolci *Nehézipari Műszaki Egyetem* alapításának 25 éves évfordulójáról alkalmi levelezőlappal <**48 sz**> pedig a Magyar Posta emlékezett meg.

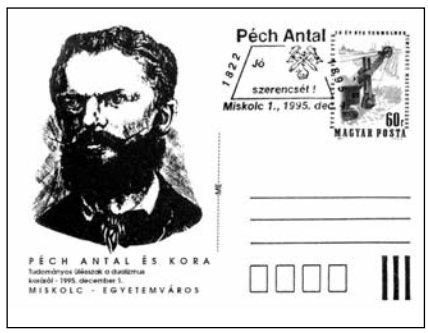
47. 200 éves a Selmecbányai Akadémia



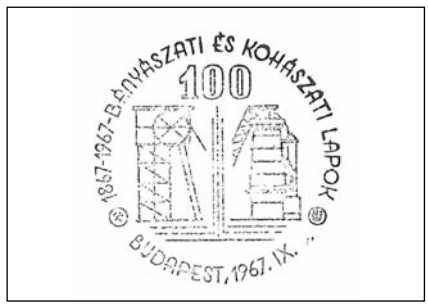
48. 25 éves a Nehézipari Műszaki Egyetem

2.8. Szakmai egyesületek

Péch Antal (1822–1895) bányamérnök, a Bányászati és Kohászati Lapok megalapítója, első kiadója és szerkesztője, az OMBKE tiszteleti tagja javasolta elfogadásra a Jó szerencsét! köszöntést a 1894. április 7-én az OMBKE választmányi ülésén. 1879-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjának választották. Halálának 100 évfordulóján, az 1995-ben tartott konferencián tiszteletére levelezőlapot és bélyegzést <**49 sz**> adtak ki. A BKL centenáriuma tiszteletére szintén bélyegzés <**49a sz**> készült 1967-ben.



49. Pécs Antal és kora levelezőlap



49a. 100 éves a Bányászati és Kohászati Lapok bélyegzés

A Born Ignác által alapított Sociatät der Bergbaukunde után számos új szakmai egyesület alakult. A Selmeci Akadémia nemzetközi kisugárzása a kor szakemberei számára is még inkább szükségessé tette a műszaki-tudományos együttműködést. Ennek a szervezetnek a keretét biztosította az 1887-ben Selmecbányán alapított Bányászati és Kohászati Irodalompártoló Egyesület, amely már önálló szakmai szervezetnek tekinthető. Az Egyesület 1891-ban elnökéül *Sóltz Vilmost* választotta. Az 1892-ben megjelent évkönyv tartalmazta Sóltz felhívását arra, hogy az Akadémia új épülete közeli avatási ünnepe alkalmából tartandó közgyűlésén az Egyesület egy „igazi magyar bányászati és kohászati egyesületté alakuljon”. *Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület* az 1892. június 27-i közgyűlésen megalakult, és alelnökké Sóltz Vilmost választotta. Az OMBKE *hetvenötödik* <**50 sz**>, *illetve centenáriumi évfordulóira* <**50a sz**> bélyegzések készültek.

A nyugat-európai kohászati szer-

50. 75 éves az OMBKE, bélyegzés

50a. 100 éves az OMBKE, bélyegzés

vezetek megalapításában játszott szerepüket méltatva bélyegek segítségével állítottak emléket több személynek:

• Az 1920-as években az európai acéliparosok a vámhatárok leépítéséért és a szabad kereskedelem visszaállításáért megalapították az International Comites for European Union-t. *Emile Mayrisch* (1862–1928) luxemburgi nagyiparosnak <**51 b4**> a kezdeményezésére 1926-ban megalakult a Franciaország, Belgium, Németország Hamburg és a Saar-vidék acélüzemeit egyesítő Acélkartell, melynek ő lett az elnöke.

• *Robert Schuman* francia külügyminiszter (1886–1963) javaslatára (Schuman-terv) Nyugat-Európa szén- és céltartalékainak egyesítésére és közös felhasználására 1951-ben megalakult az Európai Szén- és Acélközösség (European Coal and Steel Community – Montanunio) hat tagállam (Franciaország, Német Szövetségi Köztársaság, Olaszország, Benelux államok) részvételével. Ez volt az Európai Gazdasági Közösség első gazdasági intézménye, a mai Európai Unió elődje. A Montanunio kiemelkedő személyiségei közül Robert Schuman <**52 b4**> és *Jean Monet* (a szervezet első elnöke) tiszteletére készültek bélyegek <**53 b4**>.

2.9. A szakma tradíciója, védőszentjei, patrónusai

Szent Borbála a bányászok, kohászok és tüzérek védőszentje. Maximianus császár uralkodása alatt Nikodémiában (ma Izmir) élt a 3-4. század fordulóján egy gazdag polgár lányaként, keresztény hitéért vértanúságot vállalt. A sírjánál történt több csodás gyógyulás miatt egyre nagyobb tisztelet övezte elsősorban a nehéz fizikai munkát végző bányászok körében. Tisztelete a XI. századtól ismert, nálunk Selmecbányán jelent meg először. Szent Borbálát ábrázoló képzőművészeti alkotások – festmények, szobrok – bélyeg <**54a, 54b b4**>, alkalmi bélyegzés, borítékban való megjelenéseit – kilenc ország, közöttük Argentína – postai kiadványaiban is megtaláljuk.

Szent Eligius (588–659) az ötvösök és aranyművesek védőszentje. Általában papi ornátusban üllő mellett, kalapáccsal a kezében ábrázolják. A francia posta bélyegkiadása a troyes-i St. Madeleine templom üvegfestményének reprodukciójával <**55 b4**> állít emléket az aranyművesek patrónusának.

Vulcanus római mondavilágban volt a tűz és a vulkánok istene, és ő készítette az istenek és a hősök fegyverzetét. Ezt a szerepkört a római mitológia hellenizálódása során kapta, amikor Vulcanust a görög mitológia Héphaisztoszával, a kovácsistennel azonosították. *Diego Velázquez* egyik festményén Vulcanus látható a kovácsok között, mely több ország: Spanyolország, Fujeira <**56 b4**>, Ruanda, Norvégia bélyegein is megtalálható.

Meglepő módon a vatikáni posta művészeti sorának egyik címletén is találkozhatunk a kovácsolás ábrázolásával. Az 1966-ban megjelent sorozat egyik címlete VI. Pál pápa trónjának Mario Rudelli által készített „Kovács" bronzrelifjét ábrázolja <**57 b4**>.

A cikk témáját képező felsorolás csak keresztmetszetét adhatta a tárgyalt területnek és arra kívánt rámutatni, hogy bármilyen hobbi szintű tevékenységnek szakmai kötődése is lehet.

A bemutatott bélyegek listája

A kép helyének jelölése: b3 – hátsó, belső borító, b4 – hátsó, külső borító, sz – a cikk szövegében

Sorszám	Megnevezés	A kép jelzése	A kép helye	Sor	Oldal
1.	Rowland Hill	<1 b3>	b3	1	
2.	Georgius Agricola	<2 b3>	b3	1	
3.	Antoine Laurent Lavoisier	<3 b3>	b3	2	
4.	Eötvös Loránd	<4 b3>	b3	2	
5.	Ignacy Domeyko	<5 b3>	b3	1	
6.	Jules Garnier	<6 b3>	b3	1	
7.	Vasércbánya	<7 b3>	b3	3	
8.	Magnetit vasérc	<8 b3>	b3	3	
9.	Ironbridge	<9 b3>	b3	2	
10.	Bhutáni szultánság blokkja	<10 sz>	sz		46
11.	Huta Hohenlohe bélyegblokk	<11 sz>	sz		46
12.	Sztálin vasmű kokszoló indítása, pecsét	<12 sz>	sz		46
13.	200 éves a Diósgyőri Kohászat	<13 sz>	sz		47
14.	Diósgyőri 1. Nagyolvasztó	<14 b3>	b3	2	

15.	Diósgyőri Nagykohó	<15 b3>	b3	3	
16.	Léghevítő	<16 b3>	b3	2	
17.	Mihail Alexandrovics Pavlov	<17 b3>	b3	4	
18.	Bessemer-konverter	<18 b3>	b3	4	
19.	Sidney Gilchrist Thomas	<19 b3>	b3	4	
20.	Pierre Martin	<20 b3>	b3	3	
21.	100 éves a Batory-kohó	<21 sz>	sz		47
22.	Nyersvasbeöntés az SM-kemencébe	<22 b3>	b3	4	
23.	Werner von Siemens	<23 b3>	b3	4	
24.	Paul Heroult	<24 b4>	b4	1	
25.	Ívkemence csapolása	<25 b4>	b4	1	
26.	40 éves az LD-acélgyártás	<26 sz>	sz		48
27.	Andrew Carnegie	<27 b4>	b4	1	
28.	Jamsetji Tata	<28 b3>	b3	5	
28a.	A. Gustave Eiffel	<28a sz>	sz		48
29.	Born Ignác	<29 b4>	b4	1	
30.	Űzőkemence	<30 b3>	b3	5	
31.	Rézolvasztó kemence	<31 b3>	b3	5	
32.	Rézolvasztás	<32 b3>	b3	5	
33.	Henri Étienne Sainte-Claire Deville	<33 b4>	b4	2	
34.	Carl Joseph Bayer	<34 sz>	sz		48
35.	Bauxitbánya	<35 b4>	b4	2	
36.	30 éve termelnek timföldet Magyarországon	<36 b4>	b4	1	
37.	Alumínium elektrolízise	<37 b4>	b4	2	
38.	Jean Jacques Dony	<38 b4>	b4	4	
39.	Broken Hill-i cinkbánya	<39 b4>	b4	2	
40.	Juan Jose és Fausto Elhuyar	<40 b4>	b4	3	
41.	Volframit	<41 b4>	b4	3	
42.	Az első alumíniumbélyeg	<42 sz>	sz		48
42a.	20 éves a magyar alumíniumkohászat	<42a sz>	sz		48
43.	200 éve született Ganz Ábrahám	<43 sz>	sz		49
44.	45. Nemzetközi Öntőnapok 1978.	<44 sz>	sz		49
45.	Cár ágyúja	<45 b4>	b4	3	
46.	Johannes Gutenberg	<46 b4>	b4	5	
47.	200 éves a Selmecbányai Akadémia	<47 sz>	sz		49
48.	25 éves a Nehézipari Műszaki Egyetem	<48 sz>	sz		49
49.	Péch Antal és kora	<49 sz>	sz		49
49a.	100 éves a Bányászati és Kohászati Lapok	<49a sz>	sz		49
50.	75 éves az OMBKE	<50 sz>	sz		50
50a.	100 éves az OMBKE	<50a sz>	sz		50
51.	Emile Mayrisch	<51 b4>	b4	4	
52.	Robert Schuman	<52 b4>	b4	4	
53.	Jean Monnet	<53 b4>	b4	5	
54a.	Szent Borbála	<54a b4>	b4	4	
54b.	Szent Borbála	<54b b4>	b4	4	
55.	Szent Elegius	<55 b4>	b4	5	
56.	Diego Velázquez – Vulcanus	<56 b4>	b4	5	
57.	Mario Rudelli – Kovács	<57 b4>	b4	4	

Irodalom

[1] *Csehil György – Sélei István:* A kohászat technikatörténete és technológiai fázisai a filatéliában. Központi Kohászati Múzeum, 2003.

[2] *Csehil György*: A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában. Magyar Filatéliai Tudományos Társaság Székfoglaló előadás, 2009.

[3] *Macher Frigyes:* Öntészet a bélyegeken. BKL Kohászat 1982. 10. sz. pp 230–232.

[4] *Bauhoff, Günther:* Briefmarken mit Motiven an der Eisen- und Stahlindustrie. Stahl und Eisen 1990. Nr. 9. pp. 189-190.

[5] *Fathi Habashi:* Mining and Metallurgy on Postage Stamps, JOM 2002. April pp. 10–13.

Emlékezés Geleji Sándor professzorra

Geleji Sándor halálának közelgő 50. évfordulója alkalmából egyaránt emlékezünk a kétszeres Kossuth-díjas akadémikusra, a Nehézipari Műszaki Egyetem nagyhírű professzorára, a nemzetközileg is nagyra becsült tudósra, a szakmai és tudományos élet kiváló közszereplőjére és szakírójára, a sikeres üzemi szakemberre, valamint a széles látókörű és műveltségű, sokoldalú, humánus emberre.

Geleji Sándor Nagykikindán, 1898. május 17-én született, ősei soproni illetőségűek voltak. Édesapja *Geleji Frigyes* szabadgondolkodású ember, újságírással, lapszerkesztéssel is foglalkozó evangélikus iskolai tanító volt. Geleji Sándor a nagy múltú soproni Állami Főreáliskolában tanult 1909-től 1917-ig, ahol átlagon felüli természettudományos érdeklődésével és kiváló rajzkészségével tűnt ki. 15 éves volt, amikor egy újfajta biztonsági áramkapcsolót készített, és ezt a „találmányát" elküldte Amerikába Edisonnak. A Soproni Napló 1914. január 9-i száma így tudósított erről:

„… Az… ötödik reálista … Sándor … legújabban valami villanyos szerkezetet talált ki, melynek segítségével a villannyal működő gépeknél sok baleset megakadályozható volna. … De hát a zsömlepénzből nem telik a patentírozásra, … gondolt hát a kis deák nagyot, és egyenesen Edisonhoz fordult … hogy … a jó Edison mester véleményével üsse rá a patentet a találmányra, ami minden esetre többet ér, mint az összes szabadalmi hivatalok pecsétje."

A világhírű tudós 1913. december 23-án válaszolt, dicsérő levelében ígérte, hogy a találmánnyal, amint ideje engedi, foglalkozni fog. Az első világháború kitörése miatt azonban nem lett a dolognak folytatása.

A műszaki érdeklődésű diákot nemcsak a matematika, a fizika és a kémia érdekelte, hanem sokat foglalkozott zenével, irodalommal és művészettel is.

1917-ben érettségizett, majd Budapesten, a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen gépészmérnök-hallgatóként folytatta tanulmányait. 1919 után a család igen nehéz körülmények közé került, édesapját politikai okokból bebörtönözték, ezért kénytelen volt egyetemi tanulmányait megszakítani, hogy édesanyjáról gondoskodhassék. 1923 őszén tudta csak tanulmányait folytatni, amikor a soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola – a műegyetemi évek beszámításával – hallgatói közé sorolta. 1926-ban kitűnő minősítésű vaskohómérnöki oklevelet szerzett.

1926-ban édesanyjával felköltözött Budapestre, mivel kohómérnökként a Magyar Rézhengerművekben kapott állást. Mint fiatal mérnök azonnal olyan bonyolult üzemi problémákkal találta magát szembe, melyeknek eredményes megoldása alapos elméleti tudást, kutatói vénát és szívós, kitartó munkát igényelt. Pályakezdésének ezen körülményei életre szóló irányt szabtak szakmai tevékenységének.

1935-ben mint üzemmérnök a csepeli gyár Fémművébe lépett át, az akkori Weiss Manfréd gyár üzemmérnöke lett. A gyárban ez időben élénk műszaki fejlesztés folyt, amiből Geleji Sándor nagy mértékben kivette részét. Tervezett, számolt, rajzolt, kísérletezett, külföldi cégekkel tárgyalt. Műszaki alkotó tevékenységének rendkívül széles skálája volt, nagy szakmai tekintélyre tett szert, ezért 1939-ben főmérnökké nevezték ki. Szervezte és irányította sok új fémtermék gyártástechnológiájának kidolgozását.

Dr. Voith Márton professor emeritus, aki 1957-től együtt dolgozott Geleji professzorral Miskolcon a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszéken, és 1987–1999-ig vezette is a tanszéket, így emlékezik: Geleji Sándor még a Weiss Manfréd Fémművének volt a főmérnöke, amikor a 30-as évek végén sikeresen megoldotta az alumínium ötvözetű táblalemezek hengerlésének lehetőségét Csepelen. Weisz báró hívatta, és köszönő szavak kíséretében egy vastag borítékot nyomott a kezébe. Geleji professzor elbeszélése nyomán tudjuk, hogy mi történt ezután: „Bementem az első WC-be, és megszámoltam a pénzt: 10.000 pengő volt! Nem kellett sehol semmit aláírnom! Ebből a pénzből építettem fel Óbudán a házamat."

A második világháború után a Fémmű műszaki igazgatójának nevezték ki. Nagy része volt abban, hogy az újjáépítés megszervezésével és tervszerű irányításával az akkor létfontosságú termelés rövidesen megindulhatott. A Fémműben 1949-ig dolgozott.

A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karán 1934-ben summa cum laude minősítéssel műszaki doktorátust szerzett. 1939-ben a soproni Főiskolán egyetemi magántanár lett, majd 1946-ban kinevezték a soproni Műegyetem Kohógéptani Tanszékére tanszékvezető professzornak. Nagy lelkesedéssel és nagyszerű tervekkel kezdte el a háborús cselekmények következtében erősen megrongálódott, nagyon szegényes felszerelésű tanszék talpraállítását. A hazai fémalakító iparág helyzetét, mint vezető ipari szakember nagyon jól ismerte. Az iparág fejlesztéséhez elengedhetetlennek tartotta azt, hogy szakirányú képzésben részesülő, korszerű elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkező fiatal mérnököket lehessen az üzemek szolgálatába állítani. Ennek érdekében kezdeményezte az 1949-ben beindított fémalakító kohásztechnológus szak létesítését.

1949-ben a kormány Miskolcon új Nehézipari Műszaki Egyetemet alapított, Geleji professzor tanszéke 1952-ben Sopronból Miskolcra települt át. A tanszék egyre bővülő oktatási és kutatási profiljának megfelelően 1954-

ben elnevezése is kiegészült, ezután már Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék lett a neve.

A tanszék tudományos munkásságának új fejezete kezdődött: az új lehetőségeket biztosító környezetbe került tanszék műhellyel és laboratóriummal egészült ki, az oktatói, kutatói létszám bővült, és fokozatosan kialakultak a korszerű kísérleti kutatások feltételei. A kutatások elméleti jellegű eredményeit már korszerű laboratóriumi és félüzemi kísérletekkel lehetett igazolni.

A Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszéken a szakterületnek egy nemzetközileg is kiemelkedő színvonalú tudományos iskolája és szakmai műhelye jött létre. Geleji professzor irányításával és vezetésével a tanszék munkatársai az elméleti alapkutatások mellett nagyon sok tudományos jellegű ipari probléma megoldásán is dolgoztak. A tanszéken folyó számos nagyjelentőségű kutatómunka eredményeként sok üzemi termelőberendezés kapacitása növekedett, és több új, korszerűbb gyártmány kialakítása vált lehetségessé. A kutatómunka során a tanszék nagyon sok hazai kutatóintézeti és üzemi partnerrel működött együtt – a teljesség igénye nélkül: Csepeli Csőgyár, Lenin Kohászati Művek, Dunai Vasmű, Lőrinci Hengermű, Általános Géptervező Iroda, Salgótarjáni Kohászati Üzemek, Ózdi Kohászati Üzemek, Diósgyőri Gépgyár stb.

Voith professzor visszaemlékezése: A termelési körülmények között végzett, több napig tartó (sokszor éjjel is folytatott) üzemi mérések nagyon sok kimutatható gyakorlati eredményt hoztak.

Egy példa: A Dunai Vasmű új szélesszalag meleghengersorát a magyar állam négy folytatólagos hengerállvánnyal rendelte meg. Tanszékünk kimutatta, hogy minimum öt hengerállvány szükséges a kívánt végméret eléréséhez. Amikor ezt az orosz fél (fordításban) megkapta, nagyon megörült, ugyanis nekik ilyen MESTA típusú, de ötállványos hengersoruk már több példányban termelt, és a magyar megrendelésre ezt kellett volna áttervezni. (Azóta, jóval később, még egy hatodik állványt is beépítettek.)

Egy másik példa: A KGST keretében nekünk, magyaroknak kellett a varratnélküli csőnyújtó-hengerlés gépeit megtervezni, legyártani és üzembe helyezni. Az oroszok a Mannesmann cégtől is kértek ajánlatot, akik a kívánt mennyiség és méretválaszték eléréséhez három csőnyújtó (pilger) hengersorra tettek javaslatot. Az erről nem tudó magyar tárgyaló delegáció pedig kettőre. Szinte kétségbeesve jöttek a magasrangú vezetők a tanszékre: Most mi legyen? Mi a technológiát úgy fejlesztettük tovább, hogy két hengersor is elégnek bizonyult. Ezt az oroszok elfogadták, és Miskolcon a DIGÉP le is gyártotta, kiszállította és sikeresen üzembe is helyezték! (Ennek alapján kínai rendelés is érkezett.)

Az ipari kutatási témák igazolták, hogy a Geleji Sándor vezette tanszék tudományos tevékenysége szorosan egybefonódott az iparág műszaki fejlesztésével. Az elméleti alapkutatások magas színvonalú művelése, az ipari problémák keresése és megoldása, az igényes műszaki szakirodalom művelése szorosan összefüggött a korszerű, tudományos alapokkal rendelkező mérnökképzés szakterületi kialakításával. Geleji professzor mindig és mindenütt élen járt abban, hogy az egyetemi tanszékeken az oktatás, a tudományos munka és kutatás szoros szimbiózisban legyen.

Geleji Sándor irányításával teljesen új, korszerű tananyagot alakítottak ki, amelyhez csatlakozóan tankönyvek, szakkönyvek és egyetemi jegyzetek, oktatási segédletek sora készült el. Geleji professzor mindig nagy súlyt helyezett egyetemi előadásaira, melyeknek anyagát minden évben újabb és korszerűbb kutatási eredményekkel gazdagította. Mintaszerűen tudta ötvözni előadásaiban gazdag ipari tapasztalatait a színvonalas tudományos szemlélettel. Igényes volt munkatársaival és tanítványaival szemben, de igényes volt önmagával szemben is.

Voith professzor visszaemlékezése: Geleji professzornak igen széleskörű tudása volt. A záróvizsgán például (akkor ezt még államvizsgának hívták) először mindig egy matematikai kérdést tett fel. Nagyon értékelte azt, ha a hallgató a tananyagot meghaladó tudással rendelkezett: Egy jelöltet például azért engedett át, mert hadászati vonatkozású kérdéseire jó válaszokat adott. (A kohászati termékeket a hadiipar is feldolgozza.)

Geleji Sándor kutatói tevékenységének tengelyében az elméleti alapok kidolgozásán túl mindvégig a képlékenyalakító gépsorok tervezéséhez, valamint a technológiák kidolgozásához szükséges alapadatok meghatározása állt. Érdeklődése a hengerlésen túl a képlékenyalakítás egyéb szakterületei irányában is kiszélesedett. Behatóan foglalkozott a rúd-, drót- és csőhúzás kérdéseivel, a Mannesmann-rendszerű csőhengerléssel, a szabadalakító és a süllyesztékes kovácsolás elméleti alapjaival, valamint a kalapácsok, a hidraulikus és a mechanikus kovácssajtók több üzemtani kérdésével. Nagy nemzetközi visszhangja volt a csőhengerművekkel kapcsolatos kutatásainak. A Mannesmann- és a Stiefel-rendszerű lyukasztósorok, a Pilger-sor, a dugós csőnyújtó sorok, az elongátor, a tolópad, és a hidegpilgersorok technológiai paramétereinek meghatározására kidolgozott elméleteire a nemzetközi szakirodalomban gyakran hivatkoztak.

Geleji Sándor életművét rendkívül gazdag publikációs, tudományos szakirodalmi tevékenység is jellemezte. Munkásságának kezdeti eredményeiről 1928-ban megjelent cikkében és 1934-ben benyújtott doktori értekezésében számolt be A Mannesmann-rendszerű csőhengerlés erő- és teljesítményszükségletének meghatározását tárgyaló első dolgozata 1939-ben jelent meg. Tudományos pályakezdésére ő maga 1965-ben így emlékezett:

„*Minthogy a műszaki világirodalomban nem találtam olyan elméletet, amelynek segítségével a gyakorlati technológiai képlékenyalakítási műveletek kérdései számítással megoldhatók volnának, magam is nekivágtam a nagy feladatnak. Először mások kísérleteiből próbáltam konklúziókat levonni, és számítási eljárásokat kidolgozni. … Első eredményeimet 1948-ban … megjelent 130 oldalas könyvben foglaltam össze: A fémek képlékeny alakításánál fellépő erők és erőszükséglet meghatározása számítás útján. Azóta tulajdonképpen mindig e könyvecske tökéletesítésén és problémakörének tágításán dolgoztam.*”

1949-ben jelent meg szerkesztésében az Alumínium Kézikönyv, amely az akkor nagyarányú fejlődésnek indult alumíniumipar teljes vertikumát felölelte. 1950-ben adták ki Kohógéptan című egyetemi tankönyvét, amely nemzetközi viszonylatban is legelső foglalata volt a kovácsoló, sajtoló, hengerlő és húzó üzemek gépi berendezései tudományos szemléletű leírásának. A könyv második, bővített kiadására 1953-ban, továbbfejlesztett kiadására német nyelven 1954-ben és 1961-ben került sor, 1967-ben angol nyelven jelent meg. A fémek képlékeny alakítását tárgyaló, több mint ezer oldalas átfogó tankönyve 1955-ben látott napvilágot. Nagy nemzetközi sikert aratott az 1952-ben kiadott német nyelvű könyve: Die Berechnung der Kräfte und des Arbeitsbedarfs bei der Formgebung im bildsamen Zustande der Metalle. (Ez a könyv cseh és orosz nyelven is megjelent.) 1961-ben Berlinben jelent meg a Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch című könyve, amelyet 1965-ben Tokióban japán nyelven is kiadtak. A mű továbbfejlesztett német nyelvű kiadása 1967 végén került forgalomba.

A korszerű magyar nyelvű kohászati szakirodalom megteremtésére kezdeményezte a Vaskohászati Enciklopédia címen, 15 kötetre tervezett sorozat kiadását. Az Akadémiai Kiadó gondozásában, Geleji Sándor szerkesztésével 12 kötet jelent meg, az egyik kötetnek ő volt a társszerzője.

Négy évtizedes tudományos munkájának jelentős foglalata a Fémek képlékeny alakításának elmélete című könyve volt, amelynek korrektúráit már a betegágyban nézte át. A könyv néhány héttel halála előtt jelent meg.

Voith professzor úr visszaemlékezése: Geleji professzor élete utolsó idejét a János kórházban töltötte, ahol az általa jól ismert főorvos saját dolgozószobájában készített számára fekhelyet. Mivel sok könyve közül kettő épp sajtó alatt volt, üres házának kulcsát egy tanszéki munkatársnak és akadémiai titkárnőjének adta át, hogy a könyv kiadása lehetővé váljon. Akkoriban, (számítógépek híján), a nyomtatást a kefelevonatok átnézése előzte meg. Ezek kb. 1 méter hosszú papíralapú szövegeket jelentettek, amiket meghatározott kódok szerint javítani kellett. Nos ilyen kutyanyelvek hevertek a lakásban és a kórházi szobában szanaszét. Végül a könyvek megjelentek, de ez professzorunk életét sajnos nem tudta meghosszabbítani.

Geleji Sándor kutatómunkájának gazdag eredményeit könyvein túlmenően 125 (ezek közül 63 idegen nyelvű) szakcikkben tette közzé különböző hazai és neves külföldi folyóiratokban, műszaki kiadványokban. Munkásságát mindvégig elismeréssel kommentálták, eredményeire számtalan cikkben, tanulmányban hivatkoztak és hivatkoznak még ma is. A fémek képlékenyalakításával foglalkozó szakemberek világszerte ismerték és nagyra értékelték tudományos munkásságát.

Voith professzor úr visszaemlékezése: Geleji professzor úr bár hetenként csak két napig tartózkodott a miskolci tanszéken, a többi napra is mindig ellátta munkatársait feladatokkal. Ezeket, illetve ezek teljesítését a következő szerdán számon is kérte! A feladat legtöbbször olyan jellegű volt, hogy igazolni kellett a professzor úr által kidolgozott számos elméletet, illetve az azzal számított eredmények és a mért (valóságos) eredmények közötti összhangot. A mérések zöme nem laboratóriumi körülmények között zajlott, hanem a kohászati üzemek (akkor még sok ilyen volt Magyarországon) képlékenyalakító egységeiben. Mindig boldog volt, ha azok viszonylag jól egyeztek. Egy konkrét példa: Még az 1940-esek végén publikált cikkében saját mérések híján a külföldi szakirodalomból átvett mérési eredményekre „ültette rá" az elméletét. Meleghengerlésnél a henger és a darab közötti súrlódási tényező meghatározására irányuló számítását továbbfejlesztve a sebességhatást egy lineárisan csökkenő taggal vette figyelembe. Nos, 1957-ben a Stahl und Eisen című szaklapban egy szerző publikálta a képlet alapján: „Ha a hengerlési sebesség nő, akkor a súrlódási tényező számított értéke zérus, majd negatív lesz" – ami persze lehetetlen. Geleji prof a következő kedden feldúltan rontott be a tanszékre, lobogtatva a folyóiratot: „Apuskáim, nézzenek ennek utána". (Az „apuskám" gyakori szavajárása volt.) Szerencsére mi némi kutatás után megtaláltuk a választ: A cikkben szereplő (a mérési tartományban megfelelően alkalmazott) lineáris közelítés helyett a súrlódási tényező a sebesség növekedése függvényében hiperbolikusan csökken a hidrodinamikus kenési viszonyok eléréséig, sőt ettől kezdve némileg növekszik is. Tehát a klasszikus Geleji-féle súrlódási képlet érvényességét a sebesség szempontjából le kellett határolni. (Megjegyezzük, hogy még napjainkban is sokan elfeledkeznek arról, hogy megadják új kutatási eredményeik érvényességi tartományát!)

Geleji Sándornak kiemelkedő volt a tudományos közéleti, valamint a szakmai közéleti tevékenysége is. A Magyar Tudományos Akadémia keretében 1949-ben megalakult a Műszaki Tudományok Osztálya, amelynek Geleji Sándor mindvégig egyik kiemelkedő reprezentánsa volt. Nagy odaadással és ragaszkodással gondozta, mint főszerkesztő – 1954-től haláláig – a Műszaki Tudományok Osztálya két prominens tudományos folyóiratát, az Acta Technicát és az Osztályközleményeket. Osztálytitkárként következetesen harcolt az MTA önálló alapkutatási intézethálózatának megalkotásáért. Nevéhez fűződött többek között a kohász szaktanszékek alapkutatási tevékenységét egységes kutató bázisba összefogó „Akadémiai Kohászati Munkaközösség" megszervezése 1959-ben.

Ipari tevékenysége elismeréséért 1948-ban a Köztársasági Érdemérem arany fokozatával tüntették ki. Kiemelkedő kutatómunkájáért és tudományszervező tevékenységéért 1950-ben az Akadémia levelező, majd 1954-ben rendes tagjává választotta. 1951-ben, majd 1955-ben a Kossuth-díj arany fokozatával, 1958-ban – hatvanadik születésnapján – pedig a Munka Vörös Zászló Érdemrendjével tüntették ki. A freibergi Bergakademie 1965-ben honoris causa műszaki doktori fokozattal tüntette ki. A Lengyel Tudományos Akadémia 1966-ban tiszteletbeli tagjává választotta.

Felsorolni is hosszú lenne azt a sok-sok különböző akadémiai, egyetemi, ipari bizottságot, műszaki és társadalmi egyesületet, amelynek elnöke vagy tisztségviselője volt.

Geleji Sándor több mint negyvenévi szakmai tevékenysége során a magyar tudományos életben, az

egyetemi oktatómunkában, a tudományszervezésben és az ipar műszaki fejlesztésében egyaránt maradandót alkotott. Barátai, munkatársai, tanítványai példaképüknek tekintették. Tőle tanulták, hogyan kell szolgálni a tudományos előrehaladást, hogyan kell munkálkodni a szakterület műszaki színvonalának állandó fejlesztésén. Erélyes főnök, szigorú kritikus, sokszor lobbanékony hangulatú ember volt, de ugyanakkor közvetlen, őszinte, segítőkész, rendkívül igazságszerető és egyenes embernek ismerte mindenki. Átlagon felüli általános műveltsége volt, történelmi, irodalmi, zenei, esztétikai tájékozottsága áthatotta egyéniségét.

1966 őszén egészsége jelentősen megromlott. Geleji Sándor 1967 november 3-án hunyt el, hamvai Budapesten, a Farkasréti temetőben találhatók.

Több mint négy évtizedes, alkotásokban és világszerte elismert tudományos sikerekben gazdag munkássága elválaszthatatlanul egybefonódott a műszaki tudományokkal, a kohászati iparral és a mérnökképzéssel.

Imre József

EGYESÜLETI HÍREK

Emlékeztető az OMBKE 2017. március 22-i választmányi üléséről (kivonat)

A Komárom Megyei Önkormányzat tanácstermében, Tatabányán tartott ülést *dr. Nagy Lajos* elnök vezette le. A választmányból 17 fő volt jelen.

Napirend előtt megemlékezett az elmúlt időszakban elhunyt, kiemelkedő egyesületi tagokról: *Csömöz Ferenc* okleveles kohómérnökről, *dr. Szőke László* rubinokleveles kohómérnökről, *dr. Sziklavári János* gyémántokleveles kohómérnökről, *dr. Schultz Györgyről*, az Ásványelőkészítő Tanszék volt egyetemi docenséről.

Ezután ismertette a 2017. március 15-i kitüntetéseket:

Magyar Arany Érdemkereszt Polgári Tagozat

Juhász András (Tatabánya)

Prometheus Díj

Bérces Tamás (Tatabánya)

Gál Csaba (MOL Nyrt.)

Miniszteri Elismerő Oklevél

Végh Viktor (Wienerberger Zrt.)

Az elmúlt időszak jelentős eseményei közül kiemelte, hogy a V4 országok bányász hagyományőrző-egyesületeinek vezetőit fogadta a szlovák köztársasági elnök. Ezen egyesületek megállapodtak, hogy a miskolci, a kassai, a krakkói és az osztravai egyetemmel közösen EU-pályázatokon kívánnak részt venni.

2017. február 18-án a lillafüredi Palotaszállóban 170 fő részvételével volt az OMBKE-bál.

A Miskolci Egyetemen az OMBKE vezetői az Egyetemi Osztály vezetőivel és a selmeci hagyományokkal foglalkozó fiatalokat összefogó 11 szerveződés képviselőivel találkoztak. Ezen a megbeszélésen a következő lényeges javaslatok születtek:

– a diákok szeretnének az iparból érkező szakemberektől minél több előadást hallgatni,
– a HÖK-ön keresztül általuk delegált tagot javasolnak meghívni a Választmány üléseire,
– gépész hallgatók is jelentős érdeklődést mutatnak a szakmai és hagyományőrző rendezvények iránt.

A Fémkohász Szakosztály 2017. március 14-én tartotta a szokásos, ünnepi vezetőségi ülését.

Dr. Gagyi-Pálffy András az OMBKE 2016-os gazdálkodásáról adott tájékoztatót, amelyhez *Szombatfalvy Rudolf,* az Ellenőrző Bizottság elnöke tett kiegészítést.

A hozzászólások alapján döntés született, hogy EU pályázati lehetőségek érdekében meg kell vizsgálni egy közhasznú alapítvány létesítésének lehetőségeit és feltételeit, valamint az OMBKE a közeljövőben szervezzen összejövetelt az egyesületet támogatók körének.

Hevesi Imre főtitkárhelyettes ismertette a kitüntetési keretszámokat, *Kőrösi Tamás* főtitkár a közelgő, kiemelt eseményekre való felkészülésről adott tájékoztatót. Majd *Bársony László* elnök a tatabányai helyi szervezet tevékenységéről számolt be.

Az ülést múzeumlátogatás zárta.

Dr. Gagyi-Pálffy András jegyzőkönyve alapján összeállította BT

Emlékeztető az OMBKE 2017. május 3-i választmányi üléséről (kivonat)

Az OMBKE Mikoviny tanácstermében tartott ülést *dr. Nagy Lajos* elnök vezette le. Bevezetésként az elnök elmondta, hogy Erdélyben, 2017. március 30. – április 2. között EMT-konferencia volt, ezen az OMBKE részéről 80 fő vett részt. A rendezvényen *dr. Tardy Pál* plenáris előadást tartott, az egyesületi tagok részéről mintegy 30 előadás hangzott el.

2017. április 5-én, Várpalotán Jó Szerencsét! ünnepség, április 7-én Tatabányán Jó Szerencsét! konferencia volt.

Dr. Gagyi-Pálffy András ismertette az OBMKE 2016. évi gazdálkodásának végleges beszámolóját, a mérlegbeszámolót és a közhasznúsági jelentést, amiket a Választmány tagjai előzőleg írásban megkaptak. Ezek alapján az OMBKE 2016-ban 222.000 Ft pozitív eredménnyel zárt.

Boza István könyvvizsgáló a mérlegbeszámolót és a közhasznúsági

jelentést elfogadásra javasolta. Az Ellenőrző Bizottság vezetője, *Szombatfalvy Rudolf* is ezt tette, de felhívta a figyelmet a taglétszám csökkenésére, az elöregedésre, valamint a bevételek visszaesésére, ezáltal az állandó költségek arányának növekedésére.

A Választmány jóváhagyta az OMBKE 2016. évi tevékenységéről szóló beszámolót és mérleget, valamint a közhasznúsági jelentést.

Ezután a 2017. évi pénzügyi terv volt napirenden, amit az ügyvezető igazgató terjesztett elő. Ismertette, hogy a költségek jövőre sem haladhatják meg a bevételeket és megemlítette, hogy két jelentős támogatással (Fémalk Zrt., MOL Nyrt.) ez évben is számolhat az Egyesület.

A hozzászólásokban *dr. Nagy Lajos* elnök felhívta a figyelmet, hogy a bevételek között nem szerepelnek az egyre növekvő közvetlen támogatások, amelyeket a helyi szervezetek és a szakosztályok kapnak önkormányzatoktól, alapítványoktól és pártoló cégektől. Ezek nem is jelenhetnek meg az Egyesület könyvelt bevételei között. Javasolta, hogy az OMBKE szélesítse a kapcsolatokat a kő- és kavicsbányászat területén.

Katkó Károly, az Öntészeti Szakosztály elnöke ismertette, hogy szakosztálya már 14 támogató vállalattal megállapodást kötött, de ezek kapacitása véges.

A Választmány jóváhagyta az OMBKE tárgyalt, 2017. évi tervét.

A szakosztályok javaslata alapján a 107. küldöttgyűlésen kitüntetendők listáját elfogadták és titkos szavazással kijelölték a küldöttgyűlés elé terjesztendő személyeket: *Csaszlava Jenő* okl. bányamérnök, *dr. Sohajda József* okl. kohómérnök, *Kiss Csaba András* okl. bányamérnök.

Az Alapszabállyal kapcsolatos kérdésekről a Bizottság elnöke, *dr. Lengyel Károly* számolt be. Tájékoztatást adott, hogy a szakosztályi konzultációk során nem merült fel olyan, az Alapszabályt érintő téma, amely befolyásolná a 2018. évi tisztújítást. Nem mutatkozott igény a jelenlegi szakosztályi szervezet módosítására sem. Ugyanakkor támogatandónak ítélik az azonos régióban működő, eltérő szakmákat képviselő szervezetek együttműködését. Erre jó példa található Borsodban, Tatabányán, Dorogon, Székesfehérváron, Kecskeméten. A Választmány által tárgyalt anyag az Egyesület jövőjével is foglalkozott, ezzel kapcsolatban számos hozzászólás és javaslat érkezett. Az előterjesztést a következő írásban közöljük, amit vitaindítónak is szánunk, különös tekintettel az Egyesület jövőjére.

A hozzászólásokban elhangzott, hogy a XXI. század kommunikációs lehetőségeit ki kell használni. Felvetették, hogy hiányzik a középkorú, aktív tagság, mely az egyetem elvégzése után az egyesületi életből is kikerül.

A Fémkohászati Szakosztály képviselői javasolták, hogy az Egyesület vezetése tájékozódjon a környező országok hasonló szervezeteinek ezen kritikus kérdésekre adott válaszairól/megoldásairól. Megvizsgálandónak tartják az Egyesület történetében a háború előtti működés feltételeit és módszereit.

Elhangzott az is, hogy az Egyesület jövőképének kialakításához az aktív korú tagok véleményét kell kikérni („milyen OMBKE lenne vonzó?"). Célszerű lenne ebből a korosztályból alkalmas 2-3 főt (kiegészülve 1-2 tapasztaltabb kollegával) megbízni az Egyesület jövőképének megfogalmazásával. Át kell gondolni a működési struktúrát is. A javaslathoz csatlakozott az Öntészeti Szakosztály vezetője is.

A következő döntés született: az Alapszabály Bizottság, tekintettel a jövőre esedékes tisztújításra is, az időközben felmerülő, de elsősorban a tiszteleti elnökkel kapcsolatos, valamint az 50, 60, esetleg 70 éves tagságra vonatkozó jelvényeket ismertető szövegszerű alapszabály-módosítási javaslatát 2017. szeptember 30-ig terjessze a Választmány elé. Ugyancsak határozat született, hogy a Választmány őszi ülésén bízza meg az előbbiekben javasolt, kis létszámú csapatot az Egyesület jövőjének megalapozása céljából.

Végezetül a 107. közgyűlésre való felkészülésként *Kőrösi Tamás* főtitkár javaslata alapján a Választmány kijelölte a Küldöttgyűlés tisztségviselőit.

Dr. Gagyi-Pálffy András jegyzőkönyve alapján összeállította BT

Gondolatok egyesületünk jövőjéről

A szerkesztőség megjegyzése:
A 2017. május 3-i választmányi ülésen *dr. Lengyel Károly,* az Alapszabály Bizottság elnöke adott tájékoztatást több szakosztály vezetőségének véleményét összegezve a címben foglaltakról.

A leírtakat gondolatébresztőnek szánjuk, hiszen megvalósításuktól egyesületünk jövője függhet. A 107. küldöttgyűlés határozatai között szerepel egy olyan „eseti bizottság" létrehozása, amely a gazdálkodás átvilágításával és az egyesület megújításának feladataival foglalkozna. Tagtársaink véleménye, javaslataik, ötleteik az ő munkájukat is nagyban segítené.

Az egyesület jövőjéért aggódókat, a választmányt, az ellenőrző bizottságot, de a szakosztályok vezetését is egyre inkább nyomasztja a Hogyan tovább? kérdése. Szó esik erről testületi üléseken, egyéni beszélgetéseken egyaránt. Az elmúlt hónapok során a szakosztályok részéről született néhány olyan dokumentum, amely éppen ezeket, az egyesület távlati működésével, megújításával kapcsolatos gondolatokat tartalmazza, s amelynek alábbi összegzése részben szerepelt választmányi ülésen is.

Kiindulásként érdemes két számot összevetni, mégpedig azt, hogy jelenlegi létszámunkból, a 2562 főből 1247 fő, azaz 49,7% 65 évnél idősebb!

Ez előrevetíti a jövőnket. Egyrészt jelentősebb mértékben fog csökkeni a létszámunk, másrészt az aktivitásunk súlypontja el fog tolódni szakmai területekről a társadalmi területek, a hagyományápolás, a baráti találkozók stb. felé.

A Hogyan tovább? gonddal együtt több kérdés is felvetődik: kell-e szer-

kezeti változtatás, finanszírozható-e a működés, hogyan oldható meg az utánpótlás?

Konzultációink során egyöntetű volt a szakosztályok állásfoglalása, nincs szükség az egyesület jelenlegi szerkezetén változtatni, mert érdemi eredmény nem várható tőle:

– a szakmai rendezvényeken való részvételt meghatározza a szakosztályi hovatartozás,
– a szakosztályok, ezen belül a szakcsoportok és helyi szervezetek többségének támogatását meghatározza az a szakmailag jól körülhatárolható vállalati kör, amelyből a szakosztályok tagsága kikerül,
– költségcsökkentést igazán nem jelent.

Megfontolható a bányász és kohász szakosztályok összevonása, de ez csak látszatmegoldás, mert a jelenlegi szakosztályi tagolást a fentiek miatt akkor is fenn kell tartani, s a jelenlegi szakosztály pl. osztály lesz.

E helyett inkább támogatandó minden olyan területi szintű együttműködés, amely az azonos földrajzi régióban működő, különböző szakosztályokhoz tartozó helyi szervezetek közös munkáját, tevékenységét célozza. Ennek az alapszabályban megvan a szervezeti kerete is a területi szervezetek létrehozásának lehetőségével. Kétségtelen, hogy bizonyos régiós szakosztályi dominancia megfigyelhető attól függően, hogy az adott helyen milyen jellegű ipari tevékenység a meghatározó, éppen ezért a területi szervezeteket nagy körültekintéssel, szakosztályi együttműködéssel kell létrehozni.

Támogatni és erősíteni célszerű a vállalatokhoz kapcsolódó helyi szervezetek és szakcsoportok tevékenységét, mert a szakmailag érdemi munka jelentős részben ezekben a szervezetekben folyik, és talán a létszámnövelés egyik terepe is itt lehet a nem kohász és nem bányász végzettségű szakemberek bevonásával az egyesületi életbe. Itt is körültekintően kell eljárni, mert sok vállalatvezető nem a szakmáinkhoz tartozó szakember. S nem utolsó sorban tudomásul kell venni, első a munka, azt követheti csak a szakmai-társadalmi tevékenység.

A működés finanszírozása az elmúlt években nem kis nehézségek árán, de fennmaradt. Figyelemre méltó azonban, hogy az egyesület rendezvények nélküli költségvetése nagyjából évi 2–5 M Ft hiányt mutat azon túl, hogy a BKL Kohászat négy „saját” számának megjelentetési költségét mintegy 4,8 M Ft-tal a Fémalk Zrt. szponzorálja, a Mol Nyrt. pedig 2,5 M Ft-tal a BKL lapokat. A Mol Nyrt. 3,7 M Ft-tal támogatta még az egyesületi és szakosztályi rendezvényeket is. A bevételek jelentősebb tételei: tagdíj, jogi tagdíj, célzott támogatás; a kiadásoké a szakosztályok működési költsége, a lapok kiadásának költsége és a titkárság költségei. Megállapítható, hogy a kiadásokat érdemben csökkenteni csak a működési struktúra megváltoztatásával lehetne, ami hosszabb távon jöhet szóba. Rövid távon a bevételek növelésén kell munkálkodni.

Az alábbi lehetőségek adódhatnak:

– tagdíj növelése: nem célszerű a korábban ismertetett korösszetétel miatt,
– jogi tagvállalatok számának és támogatásának növelése: van, ahol csökken ez a kör, van, ahol érdemi növekedésre van lehetőség, költségcsökkentést igazán nem jelent.
– szakmai szövetségekkel való kapcsolat erősítése, közös rendezvények szervezése,
– a pályázati lehetőségek jobb kihasználása, figyelemmel a helyi szervezetek által pályázható helyi vagy régiós lehetőségekre is,
– önkormányzati támogatási lehetőségek felderítése ugyancsak a helyi szervezetek részéről,
– további szakmai rendezvények rendezési jogának „visszaszerzése”, újabbak „kitalálása”. Ez jelenti a leginkább kézzelfogható eredményt, hiszen a részvételi díj jó megállapítása nagyban növelheti az egyenleget.

Középtávon az jelenthetne megoldást, ha a rendezvények nélküli gazdálkodás biztos nullszaldója elérhető lenne.

Költségvetési, de más szempontokból is fontos lehet, és a kor követelményének is megfelelő az egyesületi informatikai munka fejlesztése. Ezek között van már megvalósított (a lapok elektronikus letöltése), különösebb megfontolás nélkül támogatható (naprakész, élőbb honlap, online jelentkezés, tagdíjfizetés) és megfontolandó (online hozzáférés saját adatokhoz, rendezvénynaptárhoz stb.). Fontos lenne egy elektronikus adattár megvalósítása is, ami egyrészt az egyesületi dokumentumok archiválását, másrészt a nyilvános egyesületi dokumentumokhoz való elektronikus hozzáférést jelentené.

LK

MÖSZ-hír

A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) 28. közgyűlése

A 2017. május 24-i közgyűlésen *Kovács Sándor* elnök köszöntője után a jelenlévők *dr. Hatala Pál* előadását hallgattak meg „25 éves a Magyar Öntészeti Szövetség” címmel.

A jelenlévők egyhangú szavazással fogadták el a közgyűlési napirendet. A megküldött anyagokhoz az ügyvezető, dr. Hatala Pál kiegészítéseket tett, melyekkel együtt a közgyűlés elfogadta a MÖSZ elnökségének beszámolóját a 2016. évben végzett munkáról, a MÖSZ EB 2016. év gazdálkodására vonatkozó jelentését, a MÖSZ 2016. évi költségvetésének teljesítését, a 2016. évi egyszerűsített mérlegbeszámolót és az eredménykimutatást, valamint a MÖSZ 2017. évi költségvetési- és munkatervét.

Dr. Hatala Pál ismertette, hogy a hazai öntészet általános helyzetét az

elmúlt évben háromszor tekintette át az elnökség. A piaci és termelési helyzet alapján elmondható, hogy változatlanul némi növekedést mutat a hazai öntészeti termelés; a járműipari fémöntészetben viszonylagos a visszaesés, a korábbi évek növekedési rátája egyharmad-egynegyed mértékkel csökkent, de változatlanul pozitív.

A szakterületek között a legmagasabb értékű, és a 2017-es előrejelzések szerint ismét 20% körüli éves növekedéssel számolnak a nyomásos öntödék. Ez a szerényebb mértékű növekedés még mindig azt jelenti, hogy a járműipari öntészetre épülő háttéripar (alap- és segédanyag-beszállítók, szerszámkészítők stb.) is változatlanul jól teljesítenek. A vasöntészet 2016-ban a 2015. évhez képest jó első negyedévi rendelésállománnyal indult, de őszre jelentős csökkenés következett be. Az erőn felül is fejlesztést megvalósítani igyekvő, kis létszámú vas- és acélöntödék működése a piac szerény volta miatt komoly nehézségek árán volt fenntartható.

A fémöntészetben újabb és újabb, pályázati lehetőségekkel támogatott jelentős fejlesztések valósulnak meg. A vas- és acélöntészet kis létszámú, nem specializálódott öntödéiben az önerő és a piaci igények csökkenése miatt csak szerény és általában csak az önerőre támaszkodó beruházások történhetnek. A két legnagyobb hazai vasöntöde többéves fejlesztési programja eredményeként – bár a növekedés még nem érte el a tervezettet – kis mértékben növelte a hazai vasöntvények értékesítését 2016-ban.

Külön figyelmet szentelt a közgyűlés arra, hogy a hazai – és nem csak szakképzett – munkaerő-ellátottság egyre rosszabb, már a meglévő létszám megtartása is igen komoly nehézséget okoz, ma már ingyenes munkásszállás/privát szállás elhelyezési ajánlatot tesznek a dolgozóknak. A nagy fejlesztési programokat megvalósító hazai öntödék olyan munkaerő-gondokkal küzdenek, amik gyakran a fejlesztés megvalósulásának kényszerű lassítását eredményezik. A korábbi években munkaerő-kölcsönzéssel foglalkozó társaságok ma már nem képesek szabad munkaerőt felajánlani az öntödék számára. A kormányzati minimálbér és bérminimum-intézkedések változatlanul komoly terheket jelentenek, főleg a kkv-k számára.

Szalai János, Laub Ádám Miklós és Hajas Gergely (balról jobbra)

A hazai öntészet 2016-os helyzetének átfogó értékelése: összességében elmondható, hogy a vasöntvények termelése (a társaságok többségénél) csökkent (mintegy – 8%), amit a három legnagyobb vasöntöde termelésének a vártnál kisebb növekedése nem volt képes ellensúlyozni. Az acélöntvények termelése mintegy a felére csökkent a 2015. évi termelési szinthez képest. Már évek óta látható, hogy kiemelkedően teljesített a nyomásos öntvénygyártó szakág, így a fémöntészetben mintegy 11%-os növekedés következett be az előző évi termeléshez képest. A 2016. évi adatszolgáltatásokat összesítve elmondható, hogy a magyar öntészet így is 1,2%-kal növelte öntvénytermelését.

Az elmúlt év magyar öntészetének főbb termelési adatai (tonna):

Vasöntvény	79 660
Acélöntvény	3 768
Alumíniumöntvény	118 266
Nehézfémöntvény	4 789
	(ebből cink 2 985)
Magnéziumöntvény	381

Dr. Hatala Pál ismertette a MÖSZ-díj Kuratórium döntését. A díjakat Kovács Sándor elnök adta át.

A 2017. évi díjazottak *(I. kép):*

– MÖSZ Életmű-díj
Szalai János (PYROVEN Kft.),
– MÖSZ-díj
Hajas Gergely (Alu-Öntő Kft.),
– Kiváló Fiatal Öntész MÖSZ-díj
Laub Ádám Miklós (Magyarmet Kft.)

A Kiváló Fiatal Öntész MÖSZ-díj és a MÖSZ-díj kitüntetettjei pályamunkáikról előadást tartanak a 24. Magyar Öntőnapokon (2017. október 13–15., Herceghalom).

A közgyűlés ünnepélyességét felhasználva *Katkó Károly*, az OMBKE Öntészeti Szakosztályának elnöke az elmúlt évben megítélt, de a díjazott akadályoztatása miatt át nem vett „Öntészeti Szakosztályért" emlékérmet adott át Szalai Jánosnak (PYROVEN Kft.).

A közgyűlés a napirend szerint új elnökséget választott hároméves időtartamra.

A titkos szavazás eredményeként 2020. május 24-ig az alábbi tisztségviselői lesznek a Magyar Öntészeti Szövetségnek:

Elnök:
Kovács Sándor, Szegedi Öntöde Kft.
Az elnökség tagjai:
Érseki László, Csepel Metall Kft.,
Farkas János, CERTA Kft.,
Dr. Fegyverneki György, NEMAK Kft.,
Lidvin Balázs, Busch-Hungária Kft.,
Dr. Takács Nándor, CSEFÉM Kft.,
Dr. Vígh László, TP Technoplus Kft.
Az Ellenőrző Bizottság tagjai:
Mészárosné Kakszi Mária, elnök, Csepel Metall Kft.,
Gál Tibor, Caster Bronz Kft.,
Barnafi Ágnes, Rosenbach Kft.
MÖSZ-díj Kuratórium tagjai:
Dr. Takács Nándor, elnök, CSEFÉM Kft.,
Győri Imre, Magyarmet Kft.,
Hajnal János, Fémszövetség,
Dr. Hatala Pál, MÖSZ,
Nagy László, Csepel Metall Kft.

HP

Változások a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésnél

Az Egyesülés februári taggyűlésének egyik határozataként az MVAE szervezeti struktúrája 2017. április 1-től megváltozott. Az acélipari változások szükségszerűvé tették a technológiai és kutatási igazgatóhelyettesi, valamint a fenntarthatósági igazgatóhelyettesi pozíció létrehozását. Ezzel együtt személyi változásokra is sor került. A korábbi gazdasági igazgatóhelyettes, *Stefán Mária*, a korábbi kereskedelmi igazgatóhelyettes, *Zámbó József*, valamint a szakértőként tevékenykedő *dr. Tardy Pál* nyugállományba vonult. Az MVAE nagyra becsüli és köszöni a hazai acélipar érdekében végzett munkájukat.

Az MVAE-hoz a szervezeti változtatásokkal egy időben új kollegák is csatlakoztak 2017. március 1-től:

Major Balázs a Magyar Mérnökkamaránál több szakterületre bejegyzett környezetvédelmi szakértő és fenntarthatósági igazgatóhelyettesi pozíciót tölt be.

Portász Attila az MVAE technológiai és kutatási igazgatóhelyettese lett.

Az újonnan kinevezettek szakmai életrajza az alábbiakban található.

Móger Róbert

Major Balázs környezetgazdálkodási agrármérnökként végzett 1998-ban. Szakmai pályafutását a Magyar Távközlési Rt.-nél környezetmérnökként kezdte. Ezt követően 2001-től helyezkedett el a Budapesti Erőmű Zrt.-nél szintén környezetmérnöki beosztásban. Az erőműnél környezeti tényezőkkel foglalkozik, többek között feladatai közé tartozik a légszennyezőanyag-kibocsátás meghatározása és nyilvántartása, illetve az erőművek területén feltárt talajszennyezések felszámolásának szakmai irányítása, de részt vesz számos erőfejlesztési projektben is, ahol elsőként vezeti be, és azóta is irányítja az emissziókereskedelmet, valamint az ő irányítása alatt szerzik meg az erőművek az első egységes környezethasználati engedélyeket. Közben a Budapesti Gazdasági Főiskola Pénzügyi és Számviteli Karán közgazdasági másoddiplomát, az ELTE Jogi Továbbképző Intézetben környezetjogi szakdiplomát szerzett. 2017-től kiegészül a felelősségi szakterülete a munkavédelemmel, a minőségirányítással, valamint a biztonságtechnikával, és már mint EBKM-referens végzi munkáját a Budapesti Erőmű Zrt.-nél.

Portász Attila 2002-ben alakítástechnológus szakirányú kohómérnök BSc-diplomát szerzett a Dunaújvárosi Főiskolán. Még abban az évben megkezdte a Dunaferrnél gyakornoki programját, melyet követően a Meleghengerműben műszakos művezetőként helyezkedett el. 2005-től a Meleghengerműben technológusként, 2007-től a Technológiai Igazgatóságon technológiafejlesztési főmunkatársként tevékenykedik. Nevéhez számos termék- és technológiafejlesztési témájú újítás és díjazott publikáció fűződik. 2009-ben a Miskolci Egyetem Anyagtudományi karán MSc kohómérnöki diplomát szerzett képlékenyalakító szakirányon. 2014 szeptemberétől az ISD Dunaferr Zrt. technológiafejlesztési főosztályvezetőjeként a vállalat K+F tevékenységének és gépjárműipari pozíciójának erősítését célzó projekt meghatározó szereplője. Kiváló kapcsolatot ápol az acéliparhoz, az alakítástechnológiához kapcsolódó felsőoktatási intézményekkel és kutatóintézetekkel, melyek révén gyakorlati tapasztalatával igyekszik hozzájárulni a hazai szakember-utánpótlás biztosításához, valamint a legújabb technológiák meghonosításához. Jelenleg a Veszprémi Egyetem Autóipari minőségirányítási szakmérnök szakának hallgatója.

IX. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia

Az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre szervezésében ebben az évben már a IX. ipari örökségvédelmi konferenciát rendezték meg május 19-én, a „Hét völgy fesztivál” városi rendezvénysorozat keretében. Az eseményt – melyről az Ózdi Városi Televízió is beszámolt – ezúttal is támogatta a helyi önkormányzat, az Ózdi Acélművek Kft., az Ózdi Művelődési Intézmények és az Ózdi Nyugdíjas Klub is.

Az egész napos rendezvény megemlékezéssel és tisztelgéssel kezdődött az 1990-es, folyamatos öntőműi tömegbaleset új emlékhelyénél, az egykori gyári erőmű felújításával kialakított Digitális Erőmű mellett. A megemlékezésen *László Zoltán*, a Vasas Szakszervezeti Szövetség alelnöke, beszédében a tragikus baleset áldozatainak méltatása mellett kitért az ózdi gyár alapítója, *Rombauer Tivadar* munkásságára, valamint a vasgyár jelentőségére. Az emlékkövet a Vasas Szakszervezeti Szövetség, *Riz Gábor* országgyűlési képviselő, az ózdi önkormányzat, az Ózdi Acélművek Kft., az Ipari Örökségvédők Baráti Köre, a Rombauer Alapítvány, az OMBKE dunaújvárosi szervezete, az Ózdi Honismereti Kör képviselői és magánszemélyek koszorúzták meg *(1. kép).* A bensőséges ünnepség a Szózat eléneklésével ért véget.

A gazdag program az Olvasóban folytatódott. A kohászhimnusz elhangzása után *Marczis Gáborné dr.*, okleveles kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa köszöntötte a 92 regisztrált résztvevőt *(2. kép)*. A résztvevők átvehették az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Körének 2009–

1. kép. A megkoszorúzott emlékkő

2. kép. A kohász himnuszt hallgatják és énekelik a résztvevők

2016 közötti tevékenységét bemutató ízléses kiadványt is.

Ezután *Farkas Péter Barnabás,* Ózd alpolgármestere köszöntötte a megjelenteket. Bejelentette, hogy az egykori acélműi csarnok ipari műemlékké nyilvánítása megkezdődött.

A szakmai program az éppen 20 éve *Max Aicher* tulajdonában lévő Ózdi Acélművek Kft. történetének bemutatásával kezdődött *Bartha Imre* ügyvezető előadásában, *Lőw Gábor* közreműködésével. Az ország egyetlen betonacél gyártójaként eddigi tevékenysége és fejlesztései alapján bizonyította, hogy Ózd és térsége meghatározó üzeme és foglalkoztatója.

Regős János szilvásváradi helytörténész a Bükk-hegységben feltárt leletekkel támasztotta alá a korai vasművesség meglétét a térségben, hogy itt egykor massák, hámorok működtek.

Kelemen Kristóf muzeológus a RIMA Rt. működése idején, az I. világháború után épült borsodnádasdi és ózdi légópincékről tartott értékes előadást. Felhívta a figyelmet a használaton kívüli pincék hasznosítási – akár idegenforgalmi célú – lehetőségeire.

Dr. Nagy Péter történész a Rimamurányi-Salgótarjáni Részvénytársaság tudatos jóléti és szociális juttatásairól szólt a következőkben. Ezek révén a vállalathoz lojális munkás- és alkalmazotti réteg alakulhatott ki a részvénytársaság üzemeiben.

Dr. Török Béla, a Miskolci Egyetem docense az Ózdon ez év szeptemberében beinduló, nappali tagozatos anyagmérnöki és szociális munkás egyetemi képzés fontosságáról és jelentőségéről beszélt. A szükséges feltételek ehhez megteremtődtek, az eddigi jelentkezések biztatóak.

Bojtos Zoltán intézményvezető a közelmúltban átadott Digitális Erőmű és Filmtörténeti Élménypark funkcióiról tájékoztatta a konferencia résztvevőit. A jelenleg is formálódó kiállítási anyagok, bemutatók sok lehetőséget rejtenek magukban. Az intézményben folyó, szolgáltatás jellegű digitalizálási tevékenység bevételt eredményező és foglalkoztatást elősegítő szerepe máris kimutatható.

A konferencia hivatalos programjának zárásaként a résztvevők elénekelték a bányász himnuszt. Ezt követően kötetlen formában még sokáig beszélgettek, kapcsolatokat erősítettek a megjelent kollégák. Fakultatív programként lehetőség volt a felújított létesítmények megtekintésére is.

Az egész napos rendezvény kitűnő alkalom volt az új ismeretek megszerzésén és a létesítmények megismerésén túl a már korábban is kialakult szakmai, baráti, kollegiális kapcsolatok ápolására is. ***Benyhe László***

KÖNYVISMERTETÉS

Lóránt Károly (szerk.): Az acélváros végnapjai (Hogyan semmisült meg húszezer ember munkahelye a Lenin Kohászati Művekben). Antológia Kiadó, Lakitelek, 2017.

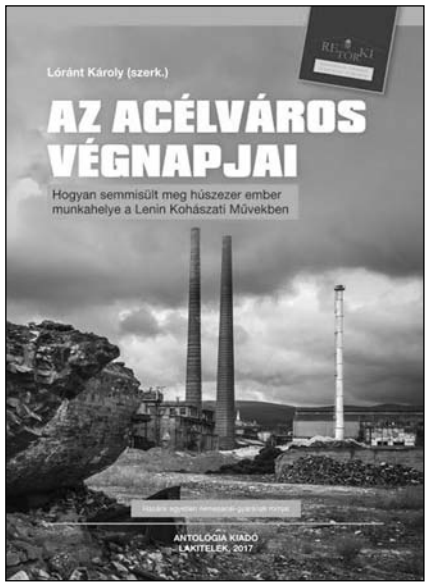
Minden változás olyan turbulenciákkal is járhat, amelynek következményei előre nehezen becsülhetők! Hazánk politikai és gazdasági rendszerében 1989-ben bekövetkezett gyökeres változások különösen a gazdasági életünkben idéztek elő – többnyire – rövid idő alatt helyrehozhatatlan változásokat. Tényszerűen tájékozódhatunk ezekről részben Csath Magdolna könyvéből [1]. Most, 2017-ben egy újabb – és meglehetősen érdekfeszítő – könyv jelent meg a hazai kohászatot érintő témában. Noha közvetlenül csak egyetlen ipari szektor az érintett, kihatása egy egész földrajzi területet, a borsodi régiót sújtja. A tényszerű szakmai adatokat kiválóan elemzi mind a könyv, mind pedig a témához kapcsolódó közlemények [2, 3]. Éppen ebből kiindulva nem kívánom a könyv szakmai erényeit kiemelni, hanem csupán a „végnapokhoz" történő eljutás tanulságaira rámutatni. Ezt az utat talán úgy is lehetne nevezni, hogy a „szakemberek és politikusok" küzdelme. A „politikusok" címszót talán helyettesíthetjük a „steril közgazdászok" kifejezéssel is, mivel a politikai döntések előkészítésében a közgazdasági jellegű interpretáció szinte megkerülhetetlen. Ahhoz, hogy e folyamat a „mindennapi életet élő egyén" számára is kezelhető legyen, induljunk ki alapvető tényekből. Napjaink bármelyik kohászati üzemét a következő alapszavakkal jellemezhetjük: rendkívül nagy állóeszköz (gépek, berendezések, infrastruktúra, ingatlan),

jelentős számú munkaerő, gazdasági, politikai téren regionális hatás. Az előzőkben kiemelt hármas sajátosság figyelembevételével akár az is mondható, hogy minden kohászati üzem „nemzeti értéknek" is tekinthető. Egy-egy nemzeti érték ápolása pedig hosszú távú gondolkodást igényel, és messze nem kezelhető a „politika" rövid távú, pillanatnyi sikerek elérésének érdekébe állított eszközrendszernek. Ha az előzőkben kiemelt sajátosságokat a volt Lenin Kohászati Üzemre vonatkoztatjuk, akkor a „végnapok" folyamata és a „végső nap" bekövetkezte (az MTI 2009. június 25-i híre szerint: *„Elrendelte a B.-A.-Z.-Megyei Bíróság a DAM 2004 Kft. felszámolását. A rendszerváltozás után ezzel már az ötödik felszámolás indul a diósgyőri kohászat ellen.")* jelen könyvből sok-sok tanulsággal nyomon követhető. Nem kívánom ezeket a lépéseket saját szemszögemből szemlélve ismertetni, inkább csupán kiemelek olyan momentumokat, amelyek ide vezettek. Kezdjük az alapszavakkal!

Állóeszköz: ócskavasként kezelve elértéktelenedett az infrastruktúra, hirtelen meggazdagodott az a réteg, amely ebben az üzletágban tevékenyen részt vállalt (nem az értelmiségi réteg erősödött!)

Ingatlan: Miskolc város belső területén még a mai napig is osztatlan közös vagyonként nyilvántartott (lerobbant) terület, mintegy 150 tulajdonossal. A helyi, 4 éves periódusokkal tervező politika (kurzustól függetlenül!) nem tesz semmit a rendszerváltástól eltelt immáron több mint 20 éve, hanem hagyja, ezen 130 hektáros területet (ez közel 180 hektár, a DIGÉP mintegy 50 hektárjával) „ebek harmincadjára". Ez valóban így is van. Hogy mennyire? Meg kell nézni, vagy el kell olvasni Moldova György kétkötetes könyvét [4].

Nagy létszámú munkaerő: a fénykorában 16-20.000 foglalkoztatottal működő komplexum mind a műszaki értelmiség, mind pedig az alulképzett,



de a folyamatos termeléshez szükségszerűen hozzátartozó réteg munkahelyét biztosította. Ezek családtagjaival együtt 60-80.000 egyént, annak megélhetését biztosította a régióban. A komplexum bezárásával nyilvánvalóan megugrott a munkanélküliség aránya és családok váltak földönfutóvá.

Regionális hatás: az előzőkből egyértelműen következik, hogy a borsodi régió a rendszerváltás vesztesei közé került. Ezt az „újraiparosítás" szlogenjével hirdetett napjaink sem képesek megváltoztatni. Sőt, az olló egyre jobban nyílik, mert az „újraiparosítás" területi szervezésében az aktuálpolitika szerepe egyre jobban erősödik.

A könyv egy látlelet arról, ahogyan elbeszél egymás mellett a helyi – szakmájukat féltő, felelősen gondolkodó, mérlegelő, optimális megoldást kereső – szakembergárda és a szakmát még a szakkifejezések szintjén sem értő, de politikai döntéseket előkészítő közgazdász, a döntéshozók, a politikusok. Hogy ez mennyire így van, nyomon követhető a könyv III. mellékletében olvasható 23 levélből, amelynek címzettjei miniszterelnökök, vezető közgazdászok, polgármesterek, szakmai szervezetek vezetői. Mindezen levelek csupán rövid lenyomatai annak, amelyek felsorolásszerűen a könyv – korlátozott számban előkészített – mellékletében olvashatók. A teljes anyag megtalálható a Miskolci Egyetem Könyvtárában, biztosítva ezzel az események tárgyszerű kutatásának lehetőségét is.

Biztosan érdemes elgondolkodni a bekövetkezett „tragikus esemény" tanulságairól. Ezt természetesen minden szereplő a „saját szemüvegén" keresztül szemlélve teszi meg. Azonban a konklúziókat tekintve biztosan akadnak olyanok is, amelyek általánosíthatók. Címszavakban:

- „A múlt – jelen – jövő egysége" (szakmailag az ún. nemesacél termelés feltételrendszerének kialakítása a meglevő eszköz és szakembergárda bázisán).
- A műszaki szakembereknek gondolataikat, érveiket úgy kell megfogalmazni, hogy azokat a laikus döntéshozók is megértsék, azaz nem elég „tudni", hanem ezt a „terméket" el is kell tudni adni!
- A döntéseket meghozó elitben hazánk gazdasági életét alapvetően és hosszú távon jelentősen befolyásoló ipari-, oktatási szakembereknek választási ciklusokon átívelő tervek alapján kell részt vállalni és az ezekkel ellentétes pillanatnyi politikai érdekeket akár személyes érdekkel ellentétesen is következetesen képviselni kell.

Tóth László
DSc egyetemi tanár

Irodalom

[1] *Csath Magdolna:* Rendszerváltás a gazdaságban, avagy hogyan tűnt el a magyar ipar? Kairosz Kiadó, 2015.

[2] *Drótos L., Lóránth K.:* Az egykori diósgyőri és ózdi állami vas- és acélgyárak szerepe a magyar ipar fejlődésében. Kohászati Lapok, 2016/5-6 szám p.12–14.

[3] *Tardy P.:* Súlyos kihívások előtt az EU és hazánk acélipara. Kohászati Lapok, 2016/5–6 szám p.1–8.

[4] *Moldova Gy.:* Érik a vihar. Riport Miskolcról. Urbis Kiadó, 2009.

„Ifjan – Éretten – Öregen" – könyvsorozat

Életünk folyamán általában ismeretségeink száma nem igen haladja meg a tízezret. Találkozásaink során csupán specifikusan, egy-egy oldaláról kaphatunk ismerőseinkről valamilyen információkat, pl. tanulmányaink során, munkahelyi kapcsolatokban, rokoni találkozások kapcsán, nyilvános rendezvényeken stb. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az embereket hengerként modellezve, csupán egy-egy „él, alkotó" mentén érintkezünk

egyesekkel többször, több alkalommal és hosszabb vagy rövidebb időben. Az így szerzett benyomásaink pedig nagyon is szegényesek, vagy felületesek. Közöttünk pedig sokan vannak, akik életükben egy-egy szakmai területen igazán maradandót alkottak, akiknek életéből, mentalitásából, tevékenységük mozgató rugójából a generációk okulhatnak, tanulhatnak. A 75–85 éves kort elérve, a közéletből visszavonulva már nem a napi eseményekre, annak formálására figyelve, már mindenki hajlandóbb többet adni magából a külvilág számára is. Ezen alapgondolat volt a mozgatórugója egy 2001-ben indult életrajzi könyvsorozatnak, amelynek szerzői neves szakemberek. Ők a következők:

- Terplán Zénó (2001, II. bővített kiadás 2014)
- Pungor Ernő (2003)
- Becker István (2005, II. bővített kiadás 2010)
- Gyulai József (2012)
- Drótos László (2014)
- Kispéter József (2014)
- Czibere Tibor (2015)
- Havass Miklós (2016)
- Farkas Ottó (2016)

A dokumentumértékű könyvek a családi indíttatástól, a tanulmányokon keresztül az alkotáson át ad egy-egy átfogó képet egyes szakembereink életéről, munkásságáról. Ennek egységes keretét a „beszélgetőtárs” igyekszik kellő szorgalommal és alázattal biztosítani, teret adva annak, hogy a „hengerként” modellezett egyén „felülete” (vagy legalábbis annak sok-sok alkotója) feltáruljon.

Az eddig elkészült 11 könyv mindegyike 2017 elején felkerült a Magyar Elektronikus Könyvtárba (MEK) ahonnan szabadon letölthető az alábbi címről indulva: http://mek.oszk.hu/html/vgi/kereses/keresesujgy.phtml?tip=gyors&cim=ifjan

Az érdeklődésre jellemző, hogy könyvenként átlagosan félezer olvasónak okozott kikapcsolódást a sorozat.

A beszélgetőtárs: Tóth László

Meghívó
XI. Fazola Fesztivál 2017. szeptember 15-16.

Az OMBKE miskolci helyi szervezetei, az Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, az MMKM Kohászai Gyűjtemény (volt Központi Kohászati Múzeum), a Miskolci Egyetem, a B.A.Z. Megyei Mérnöki Kamara, az ÉSZAKERDŐ Zrt., és a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés közös rendezésében Miskolcon és Újmassán tartandó fesztivál előzetes programjai:

Szeptember 15. (péntek)
10.00 Kerpely-emlékülés az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság székházában
Előadások:

- Selmec Kerpely idején
- Kerpely Antal, a mindmáig legnagyobb magyar kohász, és Antal fia, az elfeledett osztrák kohász
- Fémes anyagmérnök-képzés jelenlegi helyzete, jövője Miskolcon
- Kerpely a hazai modern magyar vasipar megteremtője
- Vaskohászatunk helyzete ma
- Vaskohászati vállalataink fejlesztési tervei, jövőképek

15.00 Koszorúzás a Miskolci Egyetemen
15.30 A felújított Simon Sándor terem felavatása
Előadások:

- Kerpely a tanszékalapító. A hazai metallurgusképzés módosulásai az alapítástól napjainkig
- A metallurgusképzés erősítésének aktuális kérdései

19.00 Kohász, bányász, erdész hagyományőrző szakestély a Bartók Béla Művelődési Házban

Szeptember 16. (szombat)
9.00 Zenés erdei kisvonat a LÁEV erdei vonalán Újmassára a Fazola kohóhoz
10.00–16.00 Szabadtéri rendezvény a Fazola műemlékkohó térségében
Programok:

- Ünnep megnyitó
- Látványcsapolás a Fazola műemlékkohóból, tiszteletbeli kohász avatása
- Kohász, bányász interaktív szakmai bemutatók
- Erdei iskola
- Népi kismesterségek,
- Kulturális műsorok
- Játszóház

Szívesen felajánljuk lehetőségeinket a műemlékkohó térségében esetleges reklámcélú táblák, eszközök megjelenítésére. A segítő támogatásokat előre is köszönjük.

Dr. Nyitray Dániel OMBKE helyi vezető ***Sipos István az alapítvány elnöke***

AZ MTA METALLURGIAI BIZOTTSÁG HÍRE

Az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottsága 2017. június 21-én a FémAlk Zrt. dunavarsányi telephelyén kibővített ülést tartott.

Az ülés programja az alábbi volt:

1. Megnyitó és beszámoló az Akadémia 2017. évi közgyűléséről (felkért előadó: *Csanádyné Bodoky Ágnes,* az MTA doktora, közgyűlési képviselő);

2. Nyomásos öntészeti kutatás-fejlesztési tevékenység a FémAlk Zrt.-ben (előadó: *Rick Tamás,* kutatás-fejlesztési igazgatóhelyettes);

3. Üzemlátogatás;

4. Modern atomspektroszkópiás eljárások a fémötvözetek analitikai elemzésében (előadó: *Záray Gyula,* a kémiai tudományok doktora).

Török Tamás
elnök

MÚZEUMI HÍR

A Kohászati Gyűjtemény (Miskolc-Felsőhámor) vezetője 2017. június 1-jétől *dr. Harcsik Béla* okl. kohómérnök, lapunk szerkesztőbizottságának tagja, a vaskohászati rovat egyik vezetője.
Az eddig vezető, *Gulya István* történész munkaviszonya 2017. március 31-én szűnt meg.

NEKROLÓGOK

Tálosné Tajnafői Márta

1952–2017

Tajnafői Márta erdőmérnök édesapa és banktisztviselő édesanya gyermekeként született Kaposváron. A Táncsics Mihály Gimnázium matematika szakos osztályában érettségizett 1971-ben. Ezután felvették a Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki karára, ahol megismerkedett a selmeci diákhagyományokkal, és 1976-ban kohómérnöki diplomát kapott.

Az egyetemi évek után elhelyezkedett az Inotai Alumíniumkohónál, ahol anyagvizsgálattal foglalkozott, majd laborvezetőként, később kereskedelmi osztályvezetőként dolgozott.

1980-ban a Veszprémi Egyetemen szervező szakmérnöki diplomát, majd később ugyanezen egyetemen újságírói képesítést is szerzett. Ennek nyomán rendszeresen publikált az Inotai Kohó lapjában.

1993-ban, az alumíniumipar leépülése következtében a kohóüzemet elhagyta. Még 1992-ben baráti kapcsolatba került az osztrák, leobeni Montanisztikai Egyetem professzorának családjával, és nyelvtudásának fejlesztésére három hónapot Leobenben töltött.

Mikor elhagyta a kohóüzemet, jó nyelvtudása miatt a székesfehérvári Árpád Szakközépiskola foglalkoztatta, ahol fémipari alapismereteket tanított és mechanikai laboratóriumot vezetett, majd német nyelvet is oktatott. Az oktatással való kapcsolata folytatódott egészen 2012-ben történt nyugalomba vonulásáig.

Szakmai karrierje mellett 1977-ben kötött házasságot, amelyből 1980-ban született Kristóf fia, és 1982-ben Lívia lánya.

Tajnafői Márta váratlanul hunyt el Nyíregyházán. Korai halála egy aktív életet tört derékba, és a kohómérnökök családjának komoly veszteséget jelent. E helyen kívánunk neki búcsúzóul utolsó

Jó szerencsét!

Klug Ottó

Becker Miklós
1936–2017

Pécsett született 1936-ban, és itt kezdte tanulmányait egy katolikus iskolában. Ugyancsak Pécsett a Villamos Ipari Technikumban végezte középiskolai tanulmányait, ezt követően 1954-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára nyert felvételt, ahol 1959-ben technológus szakos kohómérnöki diplomát szerzett. Ezután Budapesten a KÖBAL Kőbányai Könnyűfémműben kapott állást, ahol üzemmérnöki beosztásban dolgozott néhány évig. AZ ALUTERV FKI volt következő munkahelye, ahol létesítmény-főmérnökként számos hazai alumíniumipari projekt tervezésében meghatározó szerepet játszott. 1967-ben családot alapított, majd 1979-ben, családjával együtt Kanadába települt át. Először hosszabb ideig Montrealban, majd Calgaryban élt és dolgozott.

Montrealban a Hatch cég tervezőmérnökként alkalmazta. Számos bel és külföldi megbízást látott el, alumíniumöntödék, kohóüzemek és hengerművek létesítésben, rekonstrukciójában vett részt. A Hatch cég és a Kőbányai Könnyűfémmű között létrejött szerződés keretében együttműködött egy átfogó rekonstrukciós tanulmány elkészítésében, mely a KÖBAL jövőjét meghatározó projekt lehetett volna, s megvalósításával a KÖBAL talán még ma is működhetne.

Számos országban, Kanadán kívül Irakban, Bahreinben, a skandináv államokban és Dél-Afrikában végzett tervező munkát.

Szaktudása mellett elismerést érdemlő nyelvtudása volt, tárgyalási szinten bírta az angol, német és francia nyelvet, sőt alapfokon belekóstolt a japán írásjelekbe is. Számos publikációja jelent meg külföldi szaklapokban, de időnként a Kohászati Lapokban is feltűnt egy-egy írása. Szakmai sikereit bel- és külföldön egyaránt elismerték.

A szakmán kívül humán műveltsége és zenei ismeretei is figyelemre méltók voltak. Mindenki jószívű, kedves, adakozó embernek ismerte és szerette, ahol csak tudott segített. Őszinte baráti kapcsolatot ápolt és tartott fent külföldről is egykori igazgatójával, Várhelyi Rezsővel és e sorok írójával.

2010-ben felesége súlyos betegségben meghalt. Miután gyermekei áttelepültek Spanyolországba, Kanadában egyedül maradva 2012 végén hazatért szülőföldjére, Magyarországra. Idehaza ismét bekapcsolódott az Egyesület életébe, látogatta a hazai és külföldi üzemeket. Értékes előadást tartott a szén környezetbarát felhasználásáról és bekapcsolódott a hazai alufólia-gyártás újraindítását célzó tanulmány összeállításába.

2014-ben újabb házasságot kötött. Tartalmas életüket elhatalmasodott betegsége szakította meg, mely alatt felesége élete utolsó pillanatáig nagy szeretettel ápolta. 2017. március 12-én, életének 81. évében érte őt a halál.

Miklósban a kiváló műszaki szakembert, a humanistát, a férjet és a jó barátot veszítettük el. Itt mondunk neki utolsó Jó szerencsét!

Acsády István

Zátonyi László
(1942–2017)

Mély részvéttel értesítjük a kohász kollégákat, hogy Zátonyi László okl. kohómérnök ez év márciusában, életének 75. évében tragikus hirtelenséggel elhunyt. Temetése 2017. április 7-én a Rákoskeresztúri Új Köztemetőben volt.

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1971-ben szerzett kohómérnöki oklevelet, öntész ágazaton. Hosszú ideig a Kőbányai Vas- és Acélöntöde (KÖVAC) technológiai vezetőjeként, majd a gyár megszűnése után vidéken, legutóbb a Lóci Vas- és Acél Öntöde Kft. alkalmazottjaként dolgozott és szolgálta a kohászatot.

Emlékét megőrzik régi barátai, volt munkatársai, akik részt vettek a temetésén.

Melléklet a „A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában” c. cikkhez. 1. oldal

1. Rowland Hill

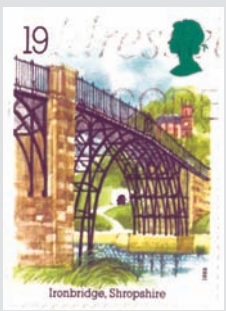
2. Georgius Agricola

5. Ignacy Domeyko

6. Jules Garnier

3. A. L. Lavoisier

4. Eötvös Lorand



9. Ironbridge

14. Diósgyőri I. nagyolvasztó

16. Léghevítő

7. Vasércbánya

8. Magnetit vasérc

15. Diósgyőri nagykohó

20. Pierre Martin

17. M. A. Pavlov

18. Bessemer-konverter

19. S. G. Thomas

22. Nyersvasbeöntés

23. W. von Siemens

28. Jamsetji Tata

30. Üzőkemence

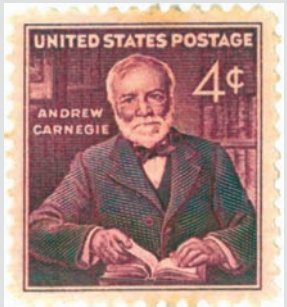
31. Rézolvasztó kemence

32. Rézolvasztás

Melléklet a
„A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában”
c. cikkhez. 2. oldal

24. S. P. Heroult

25. Ívkemence csapolás



27. A. Carnegie

29. Born Ignác

36. 30 éves a timföldgyártás

33. H. E. és S-C. Deville

35. Bauxitbánya

37. Alumínium elektrolízis

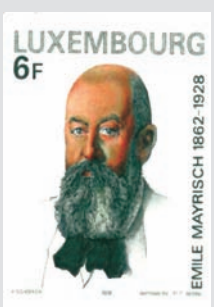
39. Broken Hilli cinkbánya

40. J. J. és F. Elhuyar

41. Volframit

45. Cár ágyúja

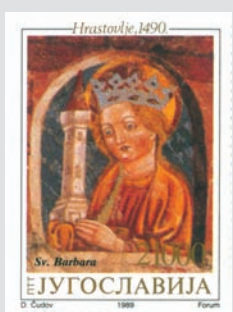
38. J. J. Dony



51. E. Mayrisch

52. R. Schuman

54a. Szt. Borbála



54b. Szt. Borbála

57. Kovács

46. J. Gutenberg

53. Jean Monnet

55. Szt. Elegius

56. Vulcanus