

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Anyagtudomány

Fémkohászat

Öntészet (100 éves a csepeli vasöntészet)

Felsőoktatás

Hírmondó

144. évfolyam

2011/5. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 Harcsik Béla – Károly Gyula:** A kagylószerűkölések mértékének csökkenthetősége szilíciumszegény, alumíniummal dezoxidált acélokánál
- 6 Nyitrai Dániel:** 100 éve indult Diósgyőrben az ívkemencés acéltermelés

Anyagtudomány

- 9 Kaptay György:** Határfelületi jelenségek a fémcsomaggyártásban. 5. rész. A határfelületi szétterítő erő
- 13 Pálmai Zoltán:** A szerszámanyagok kopási folyamatai forgácsolásnál

Fémkohászat

- 18 Rimaszéki Gergő – Kulcsár Tibor – Kékesi Tamás:** Elektrolitós ónrafinálás sósavas oldatokban
- 22 Szabályár Péter:** A Fémszövetség rendkívüli közgyűlése

Öntészet

- I-IX Sohajda József – Ládai Balázs:** Srapnelgolyóktól a Moby Dick-ig. Százéves a vasöntvénygyártás Csepelen. 1911–1985.
- X-XX Sohajda József – Dózsa Sarolta:** Srapnelgolyóktól a Moby Dick-ig. Százéves a vasöntvénygyártás Csepelen. 1985–2011.

Felsőoktatás

- 28 Lengyel Attila:** Bemutatkozik a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Kémiai Intézete

Hírmondó

- 31 Szabályár Péter**
Névjegyzék. Dr. Dózsa Lajos közgazdász
- 37 L. Kiss Katalin**
Megnyílt az öntöttvasművesség virágkora c. kiállítás
- 38 Köszöntések, nekrológok**

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

FROM THE CONTENT

Béla Harcsik – Gyula Károly: Reducibility of nozzle clogging by low-silicon Al-killed steels 1

The lesson of examinations of deposits on the submerged nozzles formed in the end of continuous casting sequences is, that deposits can be avoided mainly by preventing the accumulation of big quantities of Al_2O_3 -inclusions with metallurgical methods and protection against reoxidation. Naturally, we must consider the technological circumstances. In works without heating possibility after tapping (and such are Dunaferr works), according to the results of deposit examinations it would be expedient to transform the Al_2O_3 -inclusions solid at casting temperature into liquid Ca-aluminates by Ca-treatment. However, for this we have to achieve an exceptionally accurate and effective alloying of Ca into the well killed melt, otherwise as it ensues from the CaO- Al_2O_3 binary diagram, there is only a small chance for the formation of liquid Ca-aluminates, that is why we do not prefer to risk the Ca treatment of low-Si steels.

In the following, we examine the possibility to prevent nozzle clogging by also Ca-free steels with optimal adjustment of technological parameters. As it follows from the results of deposit examinations, obviously process modifications are needed for this.

György Kaptay: Interfacial phenomena in metallic materials technologies. Part 5. The interfacial spreading force 9

In the fifth part of this series of papers the equation for the interfacial spreading force (= the Marangoni force) is derived. In case of immiscible metals this force drives the liquid of smaller surface tension perfectly wetting the other liquid on the surface of the liquid of higher surface tension. The Marangoni force can be extrapolated to the case of a liquid/gas interface, when the temperature or concentration gradient along the surface induces the appearance of the surface tension gradient. In this case the Marangoni force drives the surface layer of smaller surface tension to replace the surface layer of a higher surface tension. The importance of the Marangoni force is discussed in laser melting, arc welding and corrosion/erosion of ceramics at slag/gas and liquid metal/slag interfaces.

Zoltán Pálmai: Wear processes of the tool materials in machining 13

Having reviewed the extensive literature on the wear of the cutting tool, we chose the theoretical description of flank wear as the subject matter of this paper. The

cutting distance need not only be taken into consideration in abrasive, adhesive processes but also in thermally activated diffusion, oxidation processes. Consequently, we propose the application of a mathematical model of wear rate, an autonomous nonlinear differential equation.

Gergő Rimaszéki – Tibor Kulcsár – Tamás Kékesi: Refining of Soldering Tin Scrap by Electrolysis in Hydrochloric Acid Solutions 18

Instead of the process using the mixture of cresylic-phenylic-sulphonic and sulphuric acids with special inhibitor additives – mainly applied for the purification of primary tin – we have investigated the application of simple hydrochloric media for this purpose. Instead of the expensive components of the sulphuric-sulphonic acid solution, the properly set concentration of chloride ions and tin, the controlled electrolysis parameters and the periodically reversed current may be also efficient in depositing tin, as long as the stability of the solution is assured. Potentiodynamic studies have shown the suitable conditions and galvanostatic laboratory experiments proved that high current efficiencies can be achieved in simple hydrochloric acid – tin chloride media and tin can be deposited with acceptable morphology and at higher than technical purity.

József Sohajda – Balázs Ládai – Sarolta Dózsa: From shrapnels to Moby Dick. The centenary of the iron casting production in Csepel. 1911–2011. ... I-XX

In the title of our paper we do not wish to suggest a development „from a rivulet to the ocean” as the 30 thousand ton/year output of the Csepel casting production probably will not be repeated any more. However, we do want to signal that our current activity is a result of a manufacturing culture with a century of experience and already the fourth generation handing this experience over to the next one. We do not prepare a summary on the periods when the manufacturing culture here achieved the world level or approached it as we keep to Manfred Weiss’ rational basic principle on the value of the actual manufacturing culture defined by the customers of its products. We admire our foregoers, still living and long-ago engineers, workers, economists, specialists, having founded and enabled our present professional knowledge and livelihood by their work and spirit.

HARCSIK BÉLA – KÁROLY GYULA

A kagylószűkülések mértékének csökkenthetősége szilíciumszegény, alumíniummal dezoxidált acéloknál

A szekvensöntésvégi merülőcsöveken lerakódó tapadványok vizsgálata [1] tanulsága, hogy a lerakódásokat akkor kerülhetjük el leginkább, ha metallurgiai módszerekkel és a reoxidáció elleni védelemmel megelőzzük nagyobb mennyiségű Al_2O_3 -zárvány lerakódását. Természetesen a technológiai adottságoktól nem tekinthetünk el. Olyan üzemben, ahol csapolást követően nincs hevítési lehetőség (s ilyen üzem a Dunaferri is), a tapadványvizsgálat eredményei szerint célszerű az lenne, ha Ca-os kezeléssel az öntés hőmérsékletén szilárd Al_2O_3 -zárványok folyékony állapotú Ca-aluminátokká alakulhatnának át. Ehhez viszont egy jól dezoxidált olvadékba, rendkívül pontosan és hatékonyan kell a Ca-ot beötvöznünk, egyébként a $CaO-Al_2O_3$ binár diagramból kikövetkeztethetően kicsi az esélyünk, hogy olvadék állapotú Ca-aluminátok képződjenek, ezért nem szívesen kockáztatjuk meg a Ca-os kezelést Si-szegény acélok esetében.

Az alábbiakban annak lehetőségét vizsgáljuk, hogy a gyártástechnológiai paraméterek optimális beállításával Ca-mentes acéloknál is elkerülhessük a kagylószűküléseket, ehhez nyilván – a tapadványvizsgálatok eredményeiből adódóan – technológiamódosításokra van szükség.

Célkitűzés

A Si-szegény, Al-mal dezoxidált (St24 típusú) acélok jelenlegi gyártástechnológiáját alapul véve egy kísérlet-sorozatban értékelendő a tapadványképződéshez vezető zárványok képződése a lépcsős dezoxidáció ill. a csapolástól az öntés befejeztéig fellépő reoxidáció során, majd ezen tanulságok és vizsgálati eredmények birtokában egy finomított gyártástechnológiával megvizsgálni a kagylószűkülések arányának csökkenthetőségét Ca-os kezelés nélkül.

A jelenlegi technológia vizsgálata a kagylószűkülés szempontjából

A jelenleg érvényben lévő technoló-

gia alapulvételéhez (kiindulópontként) 10 szekvens, összesen 54 adagjára kiterjedő kísérlet-sorozatot végeztünk a Dunaferriben egy kiegészített próbavételi rendszert figyelembevevő módon.

A próbavételi rend kialakítása során az vezetett: minél több információt szerezni a tisztaság időbeli alakulásáról, a gyártási technológia és a minőség kapcsolatáról. Nyilván a források és az utánpótlások okozhatják a termékekben maradó oxidzárványokat, s ezek mennyiségét, konzisztenciáját tudjuk befolyásolni metallurgiai eszközökkel (a lépcsős dezoxidációval, de leginkább **argonos átöblítéssel**, ill. **Ca-os modifikálással**).

A kísérlet-sorozatban megfigyelt 54 adag gyártását jellemző gyártás-

technológiai paraméteradatok sokfélék. Az értékelendő adatbázis kiinduló adataiként azokat választottuk ki, melyek elvi megfontolásokból adódóan befolyásolhatják a kagylószűkülést, ezek száma 36 (ld. 1. táblázat).

A kísérlet-sorozatban nyert adatbázis több ezer adatot tartalmaz, ezek – üzleti titkot nem sértve – a kutatási jelentésben [2], ill. Harcsik Béla disszertációjának mellékleteiben [3] rögzítettek. Nem is az adatbázis a sokatmondó, hanem annak elemzése.

- először az ún. adatszűrés során a sok ezer adat mindegyikét egyenként számításba kellett vennünk, tartalmaznak-e próbavételi, egyéb objektív vagy szubjektív hibát. Az adatok egy részénél (pl. a Σ oxigén-tartalmaknál) kontroll-elemzéseket végeztünk ott, ahol túl nagy volt a párhuzamosan elvégzett mérések szórása, avagy kiugró értékek voltak az eredmények. Az **adatszűrésen, kiugróérték-vizsgálat** során módosításra szorult adatok száma természetesen nem számottevő, összességében 1%-on belüli volt (ezen belül a kiugróérték vizsgálata során az adatoknak csupán 0,58%-a – 7388-ból 43 – esett ki a Gauss-görbe μ (átlagérték) $\pm 3\sigma$ (szórásérték)-tartományából, így az adatbázisból).

- Az adatszűrésen, kiugróérték-vizsgálaton átesett adatok értékelése matematikai statisztikai alapon történt az alábbi sorrendben.

A **faktoranalízis** a megfigyelt változók számának „csökkentésére” használatos. A változók számát úgy kívánjuk csökkenteni, hogy a műveletvégzés a lehető legkevesebb információvesztéssel járjon, vagyis a transzformált sokaságról az eredeti

Harcsik Béla életrajzát 2011/3. számunkban közzétettük.

Dr. Károly Gyula 1968-ban került a Vaskohászati Tanszékre, ahol kutató, docens, 1989-től egyetemi tanár, végül 1995-től a Metallurgiai és Öntészeti Intézet igazgatója volt. Tudományok doktora fokozatát 1986-ban üstmetallurgia témakörű értekezésével szerezte. 2011 júniusától professor emeritusként dolgozik.

1. táblázat. Az adatbázis összeállításakor figyelembe vett gyártástechnológiai paraméterek a kalciummal nem kezelt – Si-szegény, Al-mal dezoxidált – acéladagoknál*

a _O [ppm]			ΣO [ppm]			ΔΣO [ppm]			
a _O ^{LDA}	a _O ^{SLE}	a _O ^{SLU}	Δa _O ^{SLE-SLU}	ΣO ^{LDU}	ΣO ^{SLU}	ΣO ^{VP}	ΔΣO ^{LDU-SLU}	ΔΣO ^{SLU-VP}	
ΔΣN [ppm]					salak FeO [%]				
ΔΣN ^{LDU-LDA}		ΔΣN ^{SLU-LDU}		ΔΣN ^{VP-SLU}		ΔFeO ^{SLE-SLU}		FeO ^{SLE}	FeO ^{SLU}
ΣAl [ppm]					Al _{sol} [ppm]				
ΣAl ^{LDU}	ΣAl ^{SLU}	ΣAl ^{VP}	ΔΣAl ^{SLUA-VP}		Al _{sol} ^{LDU}	L _{sol} ^{SLU}	Al _{sol} ^{VP}	ΔAl _{sol} ^{SLU-VP}	
Hőmérsékletek [°C]					Időtartamok [perc]				
T ^{LD1}		T ^{SLE}	T ^{SLU}	Δt ^{SLE-önt}	Δt ^{SLU-önt}	Δt ^{csap.}	t ^{üstmet.}		
Al ötvözés [kg]					Argonozás				
Al ^{elődezox.}		Al ^{salakred.}		Al ^{üstmet.}		Ar ^{LD} [m ³]	Ar ^{felső} [perc]	Ar ^{lágý} [perc]	

* időpontok: LDA (ráfuvatás előtt a konverterben), LDU (közvetlenül a csapolást követően az üstben), SLE (üstmetallurgiai kezelés kezdetén), SLU (üstmetallurgiai kezelés befejeztekor), VP (a leöntött acél végpróbájában)

sokaságával azonos következtetéseket lehessen levonni. Az eljárás – egy erre alkalmas szoftver felhasználásával – arra is felvilágosítást ad, hogy mely változók a fontos (főfaktor), illetve kevésbé fontos (elhagyható) változók a vizsgált jelenségre vonatkozóan. A faktorok sorszáma mutatja meg a paraméterek „fontossági sorrendjét”, vagyis az 1-es faktorúak vannak a legjelentősebb hatással a többire, ezt követően ezen paraméterek közötti **korrelációvizsgálatot** végeztünk.

A faktoranalízis, majd a korrelációvizsgálat jelöli ki, mely paraméterek között érdemes **regressziós összefüggéseket** keresnünk, melyek már konkrét beavatkozásokra is utalhatnak. Nyilván a regressziós összefüggéseknél sokféle algebrai összefüggés számításba jöhet, gyakorta átgondolandó, hogy a kapcsolat lineáris volta lehet a valós, vagy egyfajta exponenciális lefutás; elfogadni ezek közül szoros korrelációnak csak azt szabad, ahol a szórásból összetevődő R² értéke egy minimumot meghalad, kisebb esetszámnál egy kisebb (0,2-0,3-as), nagyobb esetszámnál

egy nagyobb (0,3-0,5-ös) értéket. A jelenlegi technológiával gyártott 54 adagnál (továbbiakban az első kísérletsorozatban) a faktoranalízis eredménye az alábbi: Főfaktorok:
- 1-es faktor: a_O^{SLE}, Δa_O^{SLE-SLU}, ΣAl^{LDU}, ΣAl^{SLE}, Al_{sol}^{LDU}, Al_{sol}^{SLE}, Al^{üstmet}
- 2-es faktor: ΣAl^{SLU}, ΣAl^{VP}, Al_{sol}^{SLU}, Al_{sol}^{VP}

A főfaktorok alapján a jelenlegi technológia esetén a legfontosabb befolyással az aktívoxigén-szintek és változásaik, az adagolt alumínium mennyisége, illetve a belőlük származó össz-, illetve oldott alumíniumtartalmak vannak a többi paraméterre.

Nincs a főfaktorok között a ΣO^{VP}, s ez azt mutatja, hogy nincs olyan kizárólagos gyártástechnológiai paraméter, ami direktben szorosan befolyásolná az öntésre kerülő acél tisztaságát; az oxigénszint alakulása elsősorban az aktívoxigén-tartalmakból indul ki, a lépcsős dezoxidáció során alkalmazott Al-adagolás mennyisége és módja szabja meg az Al₂O₃-típusú zárványok keletkezési és majdan

eltávolítási körülményein keresztül (azaz sokkal inkább érdekes, hogy a ΔΣO^{SLU-VP} értéke hogyan alakul, ennek mélyebb vizsgálata folyamatban van).

Elvégezve a Spearman-féle rangkorrelációt, a végpróba összoxigéntartalma (ΣO^{VP}) és a ráható paraméterek korrelációi a 2. táblázatban foglaltak szerintiek.

A 2. táblázat számos korrelációt mutat. Megfigyelhető, hogy bár a korrelációk száma nagy (nagyobb esetszám miatt kisebb korreláció is elegendő lehet a kimutatási határhoz), de az értékek meglehetősen alacsonyak. Az mindenesetre kiolvasható, hogy az öntésre kerülő acélban a zárványtisztaság (ΣO^{VP}) erősen függ a csapolásra kerülő acél oxigénszintjétől (a_O^{SLE}, Δa_O^{SLE-SLU}) a lépcsős dezoxidáció mikéntjétől (Al^{üstmet}), s a tisztulást nehezítheti a szekunder salak nagy FeO-szintje (ΔFeO^{SLE-SLU}), ill. a tisztulást segítheti a kezelés végétől az öntés kezdetéig történő pihentetési idő (t^{SLU-önt}) növelése.

Sajnos a Dunaferben üstkemence nincs, így a pihentetési idő növelésé-

2. táblázat. Az első sorozat esetén a végpróba összoxigén-tartalma és a ráható paraméterek korrelációi

a _O ^{SLE}	Δa _O ^{SLE-SLU}	ΣAl ^{LDU}	ΣAl ^{SLE}	Al _{sol} ^{LDU}	Al _{sol} ^{SLE}	Al _{sol} ^{VP}	ΔFeO ^{SLE-SLU}	t ^{SLU-önt}	Al ^{üstmet}	LD Ar
0,377	0,274	-0,438	-0,516	-0,403	-0,496	-0,286	0,309	-0,296	0,364	-0,335

3. táblázat. A kísérleti adagok aktívoxigén-szintje a konverterben, ill. üstmetallurgiai kezelés alatt az üstben, az elődeoxidációhoz adagolt Al-mokka ill. az üstmetallurgiai kezelés alatt használt Al-huzal hatása

	Aktívoxigén-szint (a_O) [ppm]				Al-mokka csapoláskor kg/t	Δa_O /kg Al csapoláskor [ppm/kg]	Al üstmet. során kg/t	Δa_O /kg Al üstmet. során [ppm/kg]
	LD1.	LD2.	SLE	SLU				
utánfúvatás nélkül	699,764	580,189	9,251	2,971	1,813	2,544	0,278	0,085
utánfúvatással	641,158	810,217	6,911	3,050	2,193	2,673	0,370	0,067
átlag	685,113	637,696	8,731	2,988	1,897	2,576	0,298	0,081

re – technológiai adottságok miatt – lehetőség nincs; a salakviszatarítás ugyancsak a technológiai adottságok függvénye (6-8%-nál lejjebb az FeO-tartalom nem vihető), így a zárványosság csökkentésére elsősorban a dezoxidáció optimalizálása nyújthat lehetőséget, s ezen belül elsősorban az a_O^{SLE} , ill. a $\Delta a_O^{SLE-SLU}$ értéke.

A 3. táblázat voltaképpen az acél-adagok aktívoxigén-tartalommal (a_O , ppm) jellemezhető oxigénszintjeiről adnak képet.

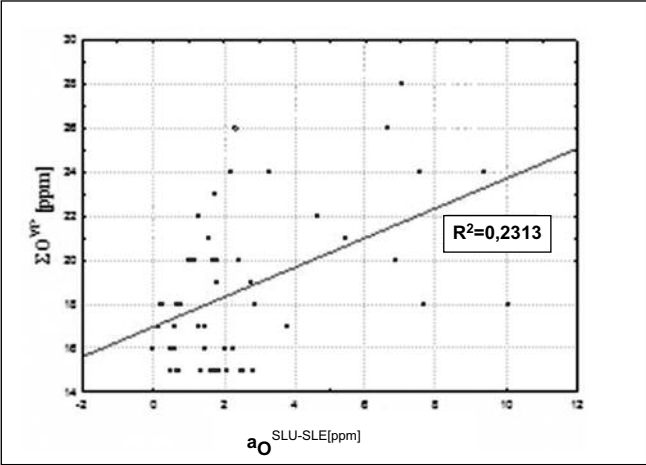
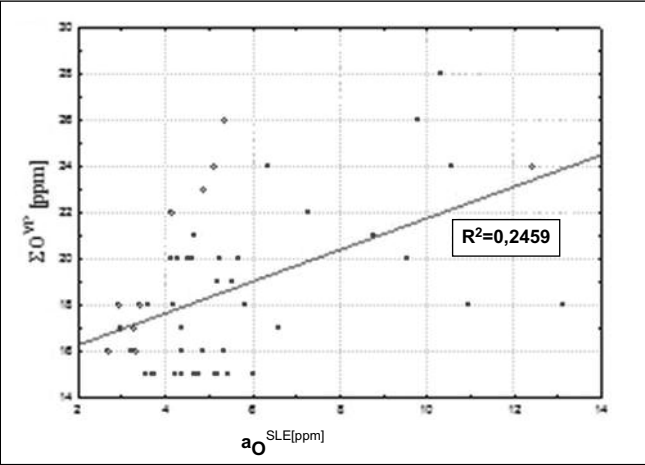
Amint a 3. táblázat mutatja, a kísérlet sorozat során szinte minden adagnál sikerült az aktívoxigén-mérés. Az átlagok bemutatásából ugyan nem látszik, de sajnos az mutatná azt is, hogy túl sok adagnál (12 adagnál, az adagok 21%-ánál) van – hőmérséklet, ill. S- és C-tartalom-eltérés miatti – utánfúvatás, ezt az aktívoxigén-tartalmak úgy jelzik, hogy az utánfúvatott adagok kb. 220-230 ppm-mel magasabb aktívoxigén-tartalmúak. Az utánfúvatás nélküli adagoknál az aktívoxigén-szint a csapolást megelőzően az argonos átöblítés hatására 550-600 ppm-re áll be, míg utánfúvatott adagnál ez átlagosan kb. 230 ppm-mel magasabb érték, 700-1000 ppm közötti szóródással (az 54 adagnál az átlag: ~640 ppm).

Elődeoxidációhoz a technológiai előírás: ~2 kg/t Al-mokka adagolása, ez viszont a gyakorlatban egyrészt erősen szóródó (1,496 és 2,756 közötti, azaz az eltérés az előírásoktól $\pm 35\%$), ami indokolt lehet az eltérő oxigénszintek miatt. Miután viszont sem szublándsza nincs Dunaújvárosban, ahol az oxigénszint mérése lehetséges, sem ennél a Si-szegény, Al-mal dezoxidált acélnál üzemszerűen a csapolást megelőzően az aktívoxigén-szint mérés technológiaszerűen nincs előírva: szükséges a ~2 kg/t mennyiség revíziója. Hiszen az eltérő kiinduló értékek miatt utánfúvatás nélküli adagoknál a fajlagos Al-mokka hatása (Δa_O /kg Al) 2,544 ppm/kg-nyi, míg utánfúvatott adagoknál ez 2,673 ppm/kg-nyi. Emiatt várhatólag az üstmetallurgiai kezelés elejére is fennmarad az az állapot, hogy az utánfúvatott adagoknak magasabb az oxigénszintje, holott az amúgyis magasabb Al_2O_3 -tartalom miatt jó lenne hatékonyabb elődeoxidáció. Tehát **ha tudjuk, hogy utánfúvatott adagot kell elődeoxidálni, akkor emelendő az elődeoxidációhoz alkalmazott Al-mokka mennyisége az átlaghoz képest további 5-10%-kal** (melyből

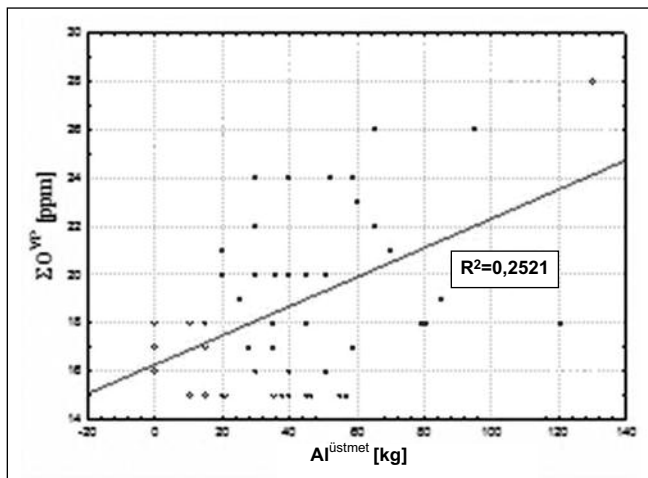
még több Al_2O_3 képződik, de mivel az elődeoxidációnál képződött zárványok eltávozásának van meg a legnagyobb valószínűsége, ez az önhegési gondjainkon segíthet).

Az elődeoxidációként adagolt Al-mokka hatása: az üstmetallurgiai kezelés kezdetére az aktívoxigén-tartalom a kemencében mért 640 ppm-nyi átlagértékről 8,7 ppm-re csökkent (utánfúvatás nélküli adagoknál 6,9, utánfúvatott adagoknál 9,2 ppm). Ezek kiváló értékek, már-már túldezoxidáltságra utalnak (ennek tudatában 5-10%-nyi Al-mokka meg is takarítható, mert még akkor is könnyen biztosítható az üstmetallurgiai kezelés során – ha van Ar-átöblítés – a 4 ppm alatti érték).

Ha a kezelés végére kívánatos aktívoxigén-szint (≤ 4 ppm) biztonságosan elérhető kevesebb Al-mal is, akkor tegyük azt, kevesebb Al_2O_3 eltávolításáról kell gondoskodnunk, de ha kerüljük az utánfúvatást, s hatékonyan végezzük csapolást megelőzően az argonos átöblítést, akkor 380-300 ppm-mel alacsonyabb oxigénszintről kell indítanunk az elődeoxidációt, ami tetemes mennyiségű Al_2O_3 -zárvány képződését teszi elkerülhetővé, miközben lényeges menny-



1. ábra. Kezelés elején mért oxigén (a) és a kezelés során történt aktívoxigén-változás (b) hatása a végpróba összoxigén tartalmára



■ 2. ábra. Az üstmetallurgiai kezelés során a dezoxidáció továbbfolytatásához adagolt Al-huzal hatása a végpróba össz-oxigén-tartalmára

nyiségű Al-adagolást takaríthatunk meg. Ennek feltétele viszont a ráfúvatásmentes gyártás és a hatékony argonöblítés, ami üstkemence hiányában gyakorta nem biztosítható.

A fémes Al-tartalom beállítása fontos feladat, viszont ezt kellő hatékonysággal csak alacsony oxigénszint mellett lehet elvégezni, nem az elődezoxidáció, hanem sokkal inkább az üstmetallurgiai kezelés során.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy az a technológiai előírás, miszerint az aktív-oxigén-tartalmat az üstmetallurgiai kezelés során 4 ppm alá kell csökkenteni, hogy a kellő tisztaság mellett a fém Al-tartalmát – bízva a reoxidáció elleni védelemben – szabályozni és beállítani tudjuk, helyes törekvés, de csak akkor, ha a dezoxidáció ellenőrzött lépésekben, túlzott Al_2O_3 -képződés elkerülésével történhet.

- Az eddigi eredmények arra utalnak, hogy a Si-szegény, Al-mal dezoxidált acélokban átlagosan 1,9 kg/t Al-mokka hatására az aktív-oxigén-szint 5-7 ppm-re csökkenthető, ami túlzott elődezoxidációt jelent. Nagy mennyiségben képződhet Al_2O_3 , emellett jelentős oldott Al-tartalom is kimutatható: célszerű az 1,9 kg/t Al-mokka mennyiséget 1,6-1,7 kg/t értékre csökkenteni, előbbi mennyiséget normál – utánfúvatás nélküli – adag gyártása esetén, utóbbi mennyiséget utánfúvatos adag gyártásakor.
- Nem lenne olyan nagy gond, hogy a konvertersalak FeO -tartalma oly magas értékű – ez természetes –, ha csapoláskor nem lenne olyan erősen szóródó a salakvisszatartás

val a FeO -tartalom mérsékléssel min. 6-8%-ra lecsökkentendő, hogy a kiszámíthatatlan reoxidáció bizonytalan Al-leégést, továbbá túlzott Al_2O_3 -képződést ne okozzon.

- Üstmetallurgiai kezelés során a dezoxidáció finomítás csupán. Salakkorrekció alkalmazásával kellően híg salak mellett a fémes Al-tartalom jó hatásfokkal beállítható, de a képződött Al_2O_3 időbeni eltávolításához az alsó argonos átöblítés paraméterei csak akkor tisztító hatásúak, ha van min. 6-8 percen keresztül 100-150 l/perc intenzitást meg nem haladó, lágy argonos átöblítés.
- Üstmetallurgiai kezelés során a felső argonozás nem megengedhető. Semmi sem indokolja, mert semmit nem pótol, ugyanakkor a zárványfelúszást nehezíti.

A felsorolt szempontok számszerűsítetten multilineáris regresszióval azért is nehezen kimutathatók, mert valójában Dunaújvárosban a hőmérséklet-szabályozási nehézségek (az üstkemence hiánya!) olyan adottságok, melyek mellett egyelőre nem lehet kellőképpen a salakösszetétel szabályozni, a szükséges lágy argonos átöblítést (esetleg csupán a kívánatos pihentetést) biztosítani. Rendkívül szűk az a technológiai lehetőség, amellyel így a kagylószerűk – megfelelő minőség mellett – kiküszöbölhető, de dunaújvárosi kollégáinkkal együtt tovább kívánjuk bővíteni azt az adatbázist, amelynek értékelésénél a multilineáris regresszió mellett faktoranalízissel a főkompo-

4. táblázat. A második sorozatnál legalább három technológiamódosítással készült adagoknál a módosított paraméterek hatása a többi paraméterre

	Al ^{elődezox}	LD Ar	Argon ^{Felső}	Argon ^{Lágy}
$a_{\text{O SLE}}$		-0,621		
$a_{\text{O SLU}}$			-0,620	
$\Delta \Sigma \text{O LDU-SLU}$	-0,640			-0,673
$\Sigma \text{Al SLU}$			0,620	
$\Sigma \text{Al VP}$			0,631	
$\text{Al}_{\text{sol LDU}}$		0,726	0,621	
$\text{Al}_{\text{sol SLU}}$			0,627	
$\text{Al}_{\text{sol VP}}$			0,579	
		-0,653		

mértéke. Abban az esetben, ha a salakvisszatartás nehézségeibe ütközik, ott salakkorrekció-

nensek hatásai vizsgálhatók.

Módosított technológiával gyártott adagok vizsgálata

Egy újabb kísérletsorozatot (továbbiakban 2. kísérletsorozat) indítottunk a fentiek alapján kidolgozott technológiai módosításokkal, melyek főleg az alábbi négy szempontot foglalták magukban:

- Konverterben utánfúvatás nélkül készüljenek az adagok, s kellő (3 percen keresztül 500 l/perc intenzitással), összesen legalább 10 m³-nyi argonos utánöblítés történjen.
- Csapolás közben redukált (max. 1,6 kg/t) mennyiségben történjen Al-mokkával az elődezoxidáció, majd az üstmetallurgiai kezelés során csökkentett mennyiségű Al-huzallal állítsuk be a max. 4 ppm-nyi aktív-oxigén-tartalmat.
- Üstmetallurgia kezelés során a felső argonozást kerüljük.
- A kezelés végén az utolsó huzal bevitelét követően 6-8 perces, max. 150-200 l/perc intenzitású, zárványtalanító hatású alsó argonöblítésre kerüljön sor.

A fenti technológiamódosításokkal 6 szekvensben 27 adag készült. E 27 adagból sajnos csupán 4 adagnál volt mindegyik technológiamódosítás biztosított, 13 adagnál a felsorolt 4 technológiai javaslatból legalább 3. Nyilván a kicsi esetszám szükségessé teszi, hogy az általunk ideálisnak tekintett 4 adag mellett a 13 adag ill. a 27 adag átlagát is vizsgálat tárgyává tegyük.

A **faktoranalízis** tekintetében a második kísérletsorozatban gyártott **27 adagot együtt vizsgálva** a jelentős paraméterek közé került a konverterben történt argonöblítés, az üstsalak kezelés előtti vasoxidul-tartal-

5. táblázat. Öntési zavarok száma/előfordulási %-a

Öntési zavarok	Hagyományos technológia szerint (54 adag)		Hagyományos technológia szerint (27 adag)	
Letapadás miatti dugómozgatás	3 adag	5,56%	3 adag	11,11%
Üstkagyló tisztítása oxigénnel	14 adag	25,93%	2 adag	7,40%
Merülőcső tisztítása oxigénnel	4 adag	7,41%	–	2,17%
Összesen		38,90%		18,51%

ma és kezelés alatti változása illetve a felső argonfúvatás.

A három előírást teljesítő 13 adagnál igen fontos a hatása az üstsalak FeO-tartalmának, a reoxidációnak, a felső- illetve a lágy alsó argonkezelésnek, a kezelési lépések időtartamainak.

- 1-es faktor: a_{O}^{SLE} , $\Delta a_{O}^{SLE-SLU}$, ΣAl^{LDU} , Al_{sol}^{LDU} , FeO^{SLES} , FeO^{SLUS} , $\Delta FeO^{SLES-SLUS}$, T^{SLE} , $Al_{üstmet}$,
- 2-es faktor: a_{O}^{SLU} , ΣAl^{SLU} , ΣAl^{VP} , Al_{sol}^{SLU} , Al_{sol}^{VP} , $Argon^{Felső}$

A Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálatokat a második sorozatból a legalább három technológiamódosítással készült 13 adag 36 paraméterre szűkített állományán végeztük el (4. táblázat).

Világosan kitűnik, hogy a technológiamódosítási javaslatok elérték céljukat: nagyon jól érvényesül a hatásuk olyan paramétereknél, amelyek az acél nemfemes zárványtartalmára közvetlen befolyással vannak. Különösképpen kiemelendő, hogy az a_{O}^{SLE} , ill. $Al_{üstmet}$ értéke azt mutatja, hogy a megfelelő LD argonkezelés esetén az üstmetallurgiai kezelés során kevesebb alumíniumadagolás volt szükséges, ezáltal csökkent az oldott alumíniumoxid-tartalom, ami a kagylóban talált tapadvány fő alkotója.

A javasolt technológiamódosítások kimutatható legfontosabb hatásai:

- Megfelelő argonos utánöblítés konverterben (Ar^{LD}) hatása:
 - Csökkent az a_{O}^{SLE} , így az üstmetallurgiai kezelés során kevésbé kellett csökkenteni az aktívoxigén-szintet, ezért kisebb mennyiségű alumínium ötvözése is elég volt, ami kevesebb alumíniumoxid képződéssel járt együtt.
 - Az argonos utánöblítés hatására magasabb a salak vasoxidul-tartalma, ezért több volt a salak okozta reoxidáció, azaz elengedhetetlen a csapoláskori salakviszogatás megoldása.
 - Alacsonyabb volt a kezelés elején

a hőmérséklet, így kevesebb szükség volt a gyors hűthetőségű felső argonfúvatásra, ennek köszönhetően volt idő az alsó lágy argonöblítésre és rövidült az üstmetallurgiai kezelés időtartama.

- A kevesebb alumíniumadagolás ellenére magasabb volt a végpróbában az összes és az oldott alumíniumtartalom.
- Csökkentett alumíniumadagolás elődeoxidáláskor:
 - Nem nőtt az a_{O}^{SLE} , sőt csökkent, így itt is érvényesültek az Ar^{LD} hatásánál leírtak.
 - Itt is igaz, hogy a kisebb alumíniumadagolás ellenére magasabb volt a végpróbában az összes és az oldott alumíniumtartalom, tehát akár további csökkentésre is lehetőség nyílhat.
- Felső argonfúvatás elkerülése:
 - Alacsonyabb volt a nitrogéntartalom növekedése, amit a légkör okozta reoxidáció csökkenése jelez.
 - A salak vasoxidul-tartalma a bekeveredés csökkenése miatt kisebb mértékben csökkent, ami a reoxidáció csökkenésére utal.
 - Az üstmetallurgiai kezelés hosszának csökkenése, ami betudható annak a ténynek, hogy a túl magas hőmérséklet miatt gyakran a kezelés végén felső argonfúvatást alkalmaztak az intenzív hűthetősége miatt, így az elhúzódott időben.
- Kezelés végén lágy, tisztító argonöblítés:
 - A végpróbában mért összes és oldott alumíniumtartalom magasabb volt, ami a reoxidáció mérséklődését mutatja.
 - Kevesebb volt a salak vasoxidul-tartalmának a csökkenése, ezáltal a salak okozta reoxidációnak a mértéke.
- Lényegesen nem nőtt az üstmetallurgiai kezelés hossza.

*

A technológiamódosítások figyelembevételével gyártott második kísérletsorozatban – annak ellenére, hogy a gyártott 27 adagból mindössze 13 teljesített a négy javasolt módosításból legalább hármat – felére csökkent a kagylószűkülés jeleit mutató adagok aránya (5. táblázat). Azoknál az adagoknál, melyek a technológiamódosítás szerint készültek, kagylólerakódás ki sem volt mutatható.

A tapadványok mérete is némileg mérséklődött, a kirakódások nemcsak a mért eredmények szerint voltak porózusabbak (átlag 0,43%) az első sorozatéhoz viszonyítva (átlag 0,38%), hanem szemmel láthatóan is jelentős a különbség. Az általános technológia szerint gyártott (első sorozat) adagoknál meglepetésre talált kalcium-aluminát (ami nyilvánvalóan a reoxidáció során a salakbekeveredés eredménye) itt elhanyagolható mennyiségben (csak nyomokban) fordult elő, ami a lágy argonos átöblítésnek köszönhető.

Irodalom

- [1] Harcsik B.: Szekvensöntésvégi merülőcsöveken lerakódó tapadványok vizsgálatának tanulságai. BKL Kohászat 2011/3. pp. 6–10.
- [2] Uni-Flexys Kft.: Kutatási zárójelentés a Dunafer Zrt. részére. 2011. szeptember
- [3] Harcsik B.: PhD disszertáció 2011. szeptember

Köszönetnyilvánítás

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

100 éve indult Diósgyőrben az ívkemencés acéltermelés

A diósgyőri kohászat ismert helyzete miatt az OMBKE diósgyőri helyi szervezete és az MMKM Kohászati Múzeuma összefogásával 2011. július 11-én a felsőháromi Kohászati Múzeumban ünnepség keretében emlékeztek meg a diósgyőri ívkemencés acéltermelés elindításának 100 éves évfordulójáról.

A zsűfólásig megtelt hengerműi teremben a Kohászhimnusz közös elénekzése után *dr. Nyitrai Dániel*, az ünnepség szervezője *Kiszely Gyula* neves ipartörténész, a múzeum egykori alapítója tanulmányából – az 1909-es év és az azt követő időszak acélgyártási helyzetét elemezve – a következő idézett részlettel kezdte mondandóját:

„Az ötvözött, sőt erősen ötvözött acélok iránt is egyre nagyobb volt az érdeklődés. Ezt a mennyiséget a tégelyacélgyártással győzni nem lehetett. Diósgyőrben hamar felismerték, hogy az 1878-ban megindult és a következő néhány évtizedben jelentős fejlődésen átment villamos acélgyártó eljárás alkalmasabb a változatos, rugalmas program és különféle ötvözött acélok nagyüzemi módon történő előállítására, így 1909-ben a diósgyőri gyárban is tanulmányozták az eljárás előnyeit, és elhatározták, hogy a tégelyművet elektroacélművé alakítják át, és a tégelyacélgyártás helyett ezt az eljárást vezetik be. A franciaországi GIROD-gyárnál egy 1500 kg adagsúlyú elektrokemencét rendeltek meg... 1911 első negyedében – a kísérletek befejezése és a kemence szerkezeti hibáinak kijavítása után – véglegesen üzembe helyezték a kemencét és ezzel kezdetét vette a nagyüzemi ötvözöttacél-gyártás Diósgyőrben. Ez az indítás új korszakot jelentett nem csak a diósgyőri, de az ország acélgyártásában is.”

Hogy jól választottak-e az akkori szakemberek ma már elmondhatjuk, hogy konstrukciójában vitatható, azonban a technika bevezetése fényes sikert hozott a diósgyőri kohászat számára. Az utókornak kötelessége erről megemlékezni.

A bevezető idézetet követően kö-

szöntötte a jelenlévőket. Külön tisztelettel üdvözölte *dr. Szőke László* címzetes egyetemi tanárt, a VASKUT nyugalmazott igazgatóhelyettesét, a Csepeli Acélmű egykori gyáregység-vezetőjét, *dr. Sziklavári János* címzetes egyetemi tanárt, az LKM volt főmetallurgusát, *dr. habil. Vámos Évát*, az MMKM tudományos titkárát és a helyi bányászokat képviselő *Gácsi Józsefet*, a Mikerobb Kft. igazgatóját, a bükkszentlászlói Bányászati Gyűjtemény tulajdonosát.

A szervezők nevében *Gulya István*, a Kohászati Múzeum vezetője méltatta a jubileum jelentőségét. Megnyitójában felhívta a figyelmet arra, hogy az ünnepségek, megemlékezések, a múlt dicső tetteinek felidézése mindig új erőt tudnak sugározni a megújulás, a fejlődés érdekében. Sajnos a két éve leállt diósgyőri kohászat esetében most a remény életben tartásának van szerepe.

Az ünnepi visszaemlékezést *Jung János* okleveles kohómérnök a diósgyőri acélmű 1974–1984 közötti időszak gyáregység-vezetője tartotta. (Előadását egy későbbi számunkban tervezzük közölni.)

A hozzászólások sorát *dr. Kiss László* címzetes egyetemi docens nyitotta meg. A diósgyőri kohászatban eltöltött több mint ötven éve során számtalan szakmai siker részese lehetett. A technológiai fejlesztések, új technológiák és gyártmányok bevezetése, a minőségbiztosítás nemzetközi rendszerének megvalósítása, szakmai munkájának legmagasabb feladatai voltak, melyekre ma is büszkén emlékezik. Hogy szakmai életpályája sikeresen alakult, meghatározó volt az a környezet, amely 1955-ben mint pályakezdő technikust az elektroacélműben fogadta, majd azok a kiváló acélgyártók és acélműi vezetők, akik mellette álltak és segítettek szakmai fejlődését. Ezek közül is megkülönböztetett köszönettel tartozik *Fekete Imre* elektroacélműi részlegvezetőnek, *Farkas István*, *Jung János* gyáregység-vezetőknek, és a ma is fáradhatatlanul dolgozó *dr. Sziklavári János*nak,

aki nem csak mint a diósgyőri kohászat főmetallurgusa segítette munkájában, hanem akkor is, amikor már elkerült a diósgyőri kohászatból, és a magyar vaskohászat meghatározó vezető fejlesztő szakembere volt. Visszaemlékezésében nem mulasztotta el megemlíteni azokat a humoros szakmai, közösségi élményeit, melyek színessé tették a kollektíva életét.

Dr. Sziklavári János okleveles kohómérnök, az MTA doktora, címzetes egyetemi tanár előadásában az ívkemencék szerepét elemezte az acélmetallurgia fejlődésére, a minőségi vaskohászati termékek választékának bővülésére a kezdetektől napjainkig. (Előadását egy későbbi számunkban tervezzük közölni.)

Hunyor László okleveles kohómérnök hozzászólásában tájékoztatott arról a kelet-szlovákiai Stražskén felépült új kohászati üzemről. Az SSM a.s. cég kohászati üzemét 800 kt/év acéltermelésre tervezték. Az acél alapanyag gyártása 65 t kapacitású, 50/60 MVA teljesítményű transzformátorral ellátott ívfényes elektrokemencében történik. A hulladék adagolását kétkosaras módszerrel végzik. A kemence adagideje (csapolástól-csapoláshoz) 42 perc, villamosenergia-felhasználása 360 kWó/t, elektróda fogyasztása 1,6 kg/t. A kemencéhez két üstkocsis, egy hevítő állással rendelkező üstmetallurgiai egység kapcsolódik, ahol a kezelési idő 25-30 perc. A folyékony acél leöntésére négy szálal 7 m sugarú folyamatos öntőmű szolgál, ahol 130 mm-es négyzetbuga öntését végzik 4 m/perc öntési sebességgel. Az öntött bugák vágására oxigén-földgáz égőket építettek be. A bugák darabolási hossza 12 m.

A bugák feldolgozására 16 állványos (ez később 18 állványra bővíthető) folyamatos elrendezésű, termomechanikus kezelésre alkalmas hengerversort építettek. A hengermű kapacitása 600 kt/év. A keletkező bugafelesleget értékesítik. Főbb termékei Ø8–32 mm-es betonacél rúd-
ban, Ø 8–12 mm-es bordázott beton-

acél tekercsben, melegen hengerelt köracél, Ø 5,2–12 mm-es huzal tekercsben.

Dr. Sziklavári István okleveles kohómérnök hozzászólását egy kérdéssel kezdte: Indul-e következő száz év Diósgyőrben? A jelenlegi helyzetet saját maga analizálta. A századik évét ünneplő elektroacélgyártás még ma is termelésre kész, négy elektrokemencéje már több mint két éve olyan befektetőre vár, akinek van elegendő saját tőkéje a szükséges fejlesztések végrehajtására, mert a bankoktól ma Magyaror-

szágon pénzhez jutni nehéz feladat.

Ha a DAM megvételére pályázó jelenlegi befektető csoportnak sikerül végre megegyeznie a tulajdonossal, akkor egy-két hónapon belül elkezdhetők az újraindítási munkálatok. A befektetők terve, hogy az elektrokemence 600 kt/év kapacitását kihasználva négy, egyenként 150 kt/év kapacitású hengerművel működtetnék, melyből két hengersor új építésű beruházás lenne.

Az ünnepi megemlékezések, hozzászólások után az ez alkalomra *Csehil György* okleveles kohómérnök

által összeállított, az acélgyártás történetét bemutató időszakos bélyegkiállítás megnyitására, a múzeum megtekintésére, *Sipos István* okleveles kohómérnök és *Mezei Sándor* öntödei vezető által válogatott régi elektroacélműi adagkönyvek tanulmányozására került sor.

Végül a jelenlévők baráti beszélgetés keretében elevenítették fel munkásságuk legkedvesebb emlékeit, ami a diósgyőri kohászat történetének több mint hatvan évét fogta át.

Nyitrai Dániel

2. Nemzetközi Konferencia TISZTA TECHNOLÓGIÁK AZ ACÉLIPARBAN Clean Technologies in the Steel Industry

Budapest, 2011. szeptember 26–28.

Az OMBKE szervezésében, a legnagyobb nemzetközi acélipari szervezetek (World Steel Association, EUROFER, Európai Bizottság Vállalkozási Igazgatósága, Acélipari Egyesületek Európai Szövetsége) és számos nemzeti acélipari egyesület támogatásával a Flamenco szállodában került sor a konferenciára. A nagyrendezvényen 24 ország 120 szakembere vett részt, akik 70 vállalatot, szervezetet képviseltek. A mintegy 60 előadást a plenáris nyitó ülés után két szekcióban tartották, angol nyelven.

A konferenciát *Tardy Pál*, a Nemzetközi Szervező Bizottság elnöke nyitotta meg, majd a rendező OMBKE nevében *Tolnay Lajos* tiszteletbeli elnök köszöntötte a résztvevőket.

A plenáris nyitó ülésen hat előadás hangzott el; magyar, német, kínai, svéd, angol és amerikai előadók az acélipari környezetvédelem alapkérdéseivel és új technológiáival foglalkoztak.

A szekcióelőadások témái az alábbiak voltak:

- nemzetközi és nemzeti akciók;
- átfogó intézkedések regionális és vállalati szinten;
- hulladékok, salakok hasznosítása;
- a légszennyezés csökkentése vállalati szinten, integrált acélművekben, elektroacélművekben, hengerművekben;
- a vízszennyezés csökkentése;
- életciklus-vízgálatok;
- az energiafelhasználás és a CO₂-kibocsátás csökkentése;
- speciális, új megoldások.

A legtöbb előadás Németországból, Svédországból, Kínából, az USA-ból és Angliából érkezett. A négy hazai előadást az ISD Dunafer, az MTA Központi Kémiai Kutató Intézet és a Miskolci Egyetem munkatársai tartották.

Az előadások kivonatát nyomtatásban, kéziratát CD-n kapták meg a résztvevők. A prezentációkat a konferencia honlapján tesszük közzé. Néhány előadást magyar nyelven a BKL Kohászatban tervezünk publikálni.

A résztvevőket kísérő családtagok részére gazdag turisztikai programot szerveztünk (Dunakanyar, Esztergom, városnézés Budapesten, látogatás a Parlamentben). A konferencia vacsorára az Európa hajón került sor; a bőséges ellátáshoz hasonlóan élvezték a külföldi résztvevők Budapest csodálatos esti panorámáját, amit a kellemes időben sokan a hajó fedélzetéről követtek.

A konferencia záróülésén jelentettük be, hogy a következő hasonló konferenciára Angliában kerül sor, 2014-ben.

Dr. Tardy Pál

exelnök, a Nemzetközi Szervező Bizottság vezetője

Nemzetközi ipari örökségvédelmi konferencia Ózdon

2011. június 3–4-én Ózdon ismét megrendezésre került a már hagyományosnak mondható ipari örökségvédelmi konferencia. A rendezvény rangját emelte, hogy az a XIII. Ózdi Napok keretében, a szlovákiai Rimaszombat és a lengyel Chorzow testvérvárosok előadói részvételével, immár nemzetközivé nőtte ki magát. Természetesen az esemény csak úgy jöhetett létre, hogy azt Ózd város Önkormányzata a Nemzetközi Visegrádi Alap hathatós pályázati támogatását élvezve segítette. Sikeres megrendezésében ezúttal is jelentős szervezési feladatokat vállalt magára és teljesített az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre.

A tartalmas program a gyáralapító *Rombauer Tivadar* emléktáblája előtti tisztelgéssel kezdődött. Az ismét megszólaló gyári duda hangja, azt követően a Kohászhimnusz, valamint *Kocsik László*, az Ózdi Olvasó kulturális menedzserének üdvözlő szavai jelezték a megemlékezés kezdetét. Méltató beszédet mondott *Veres András*, a Baráti Kör alapító tagja, majd koszorúzásra került sor. A városvezetés nevében *Fürjes Pál* polgármester, *Turiné Orosz Margit* és *dr. Kósné Dargai Rita* önkormányzati képviselők, az ipari örökségvédők, illetve a bányász-kohász egyesület helyi tagjai nevében *dr. Bárczi László* és *Németh Ferenc* helyeztek el koszorút.

A rendezvény a szépen felújított Kaszinó épületében, az impozáns Tükörteremben előadásokkal folytatódott. A 127 regisztrált résztvevőt *Benyhe László* levezető elnök, a Baráti Kör alapító tagja köszöntötte. Ezután *Riz Gábor*, a BAZ megyei közgyűlés alelnöke, Ózd város országgyűlési képviselője mondott üdvözlő beszédet.

Az előadások sorát *Fürjes Pál* polgármester nyitotta meg, aki az ipari örökségvédelem Ózd város fejlesztésében betöltött helyéről és szerepéről beszélt, kiemelve a régi gyár területén lévő, hasznosítható létesítmények jelentőségét. Szólt a település kitörési esélyét célzó, a gyáralapító nevét viselő, ún. „Rombauer-tervről” is.

Dr. Tamási Judit, a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal elnöke az örökségvédelem és a gazdaságfejlesztés kapcsolatából származó, külföldön már tapasztalt eredményekre hívta fel a figyelmet. Ózd adottságai révén képes az örökség alapú fejlesztések megvalósítására, amely viszonylag magas munkaerő-szükséglete révén válságkezelésre is alkalmas. A felkarolható kezdeményezések megvalósításához felajánlotta a Hivatal segítségét.

Jerzy Bogacki, Chorzow város önkormányzati képviselője a szilésiai iparvidék részét képező település és Ózd hasonló problémáiról beszélt.

Rigó László, Rimaszombat város alpolgármestere a két város határmenti együttműködésének kihasználását emelte ki előadásában.

Drótos László, a Közép-európai Ipari Örökség Útja Egyesület alelnöke a német Ruhr-vidék iparának viszszafejlés után megmaradt ipari létesítmények különböző célú – sokszor bizarrnak tűnő és bátor – hasznosításáról tájékoztatta a hallgatóságot. A létesítmények átalakítása idegenforgalmi, kulturális, turisztikai célokra az ott élők számára egyrészt munkalehetőséget és megélhetést eredményezett, másrészt gazdasági hasznot hozott.

Laár Tibor, a Közép-európai Vas-kultúra Egyesület alelnöke az egyesü-

let fő céljának a nyolc tagország technikatörténeti érdekességeinek kölcsönös megismerését nevezte meg.

A délutáni programban *Peták István*, az MTV nyugalmazott elnöke, a Magyar Turista Egyesület elnöke az ózdi turistaélet kialakulásának kezdetétől napjainkig tartó időszakáról tartott áttekintést, méltatva a kohászati üzem szerepét a turizmus segítésében, hangsúlyozva a túrázás közöségformáló, összetartó erejét.

Csontos Györgyi, a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karának tanársegédje az egykori ózdi kohászati területén és közelében lévő ipari építészeti értékekre hívta fel a figyelmet.

Hadobás Sándor múzeumigazgató elsősorban a bányászattal kapcsolatos ipartörténeti értékekről beszélt. Évről évre gyarapodik azoknak az objektumoknak a száma, amelyek a hajdani bányászat emlékeit őrzik és továbbadják a jövő nemzedékek számára.

Dr. Bárczi László nyugalmazott főtechnológus, a Baráti Kör alapító tagja a település bányász-kohász társadalmának kialakulását, az ipari építmények létrejöttét, a gyár segítségével megvalósított szociális, kulturális, sport célú létesítményeket mutatta be.

A konferencia hivatalos programja a Bányászhimnusz elhangzásával ért véget. A résztvevők ezt követően kötetlenül, baráti beszélgetések formájában még tovább folytatták az elhangzottak „értékelését”, a létrejött és meglévő kapcsolatok erősítését.

A következő nap a szervezők a régi gyár területén áthaladó sétára és autóbuszos városnézésre invitálták a vendégeket. Ezen a programon mintegy negyven érdeklődő vett részt.

Benyhe László



Helyreigazítás

A 2011/4. számunk 19. oldalán az 50 éves tagságáért kitüntetett *Lakatos István* okl. bányamérnök tagtársunk fényképe helyett tévesen *dr. Lakatos István* okl. vegyész-mérnök tagtársunk fényképét jelentettük meg.

Tévedésünkért az érintettek és valamennyi olvasónk szíves elnézését kérjük. *Lakatos István* bányamérnök fényképét itt közöljük.

Podányi Tibor, a lapszám szerkesztője

KAPTAY GYÖRGY

Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 5. rész

A határfelületi szétterítő erő

A cikksorozat 5. részében a Szerző levezeti a határfelületi szétterítő erő (= Marangoni-erő) képletét. Egymással nem elegyedő folyadékok esetén a Marangoni-erő a kisebb felületi feszültségű és a másikat tökéletesen nedvesítő folyadékot húzza rá a vele nem elegyedő, nagyobb felületi feszültségű folyadékra. A Marangoni-erő extrapolálható arra az esetre is, amikor felületi hőmérséklet- vagy koncentráció-gradiens fellépte miatt a felület mentén felületifeszültség-gradiens alakul ki – ekkor a felületen olyan áramlás indul el, ami a kisebb felületi energiájú réteggel cseréli le a nagyobb felületi energiájú részt. A gyakorlatban ez az erő lézeres átolvasztásnál, ívhegesztésnél, illetve szerkezeti kerámiák salak/gáz vagy salak/fémolvadék határfelületen fellépő korróziójában/eróziójában fontos.

1. Bevezetés

A cikksorozat első részében [1] megadtuk a határfelületi erők fogalmát és összesen 8 határfelületi erő típust definiáltunk, melyek mind a természetben, mind a kohászatban (azaz a fémesanyaggyártó technológiákban) fellépnek. A cikksorozat második részében a határfelületi összehúzó erőről és a fúvókákról leszakadó, illetve folyadékokban emelkedő buborékok méretéről volt szó [2]. A cikksorozat harmadik részében a görbület indukálta határfelületi erőt, és az innen származtatható Laplace-nyomást tárgyaltuk [3]. A cikksorozat negyedik részében a határfelületi gradiens erőt tárgyaltuk, ami képes diszpergált fázisokat (cseppeket, buborékokat) mozgatni a folyékony mátrixban lévő hőmérséklet- és/vagy

A szerző életrajza a BKL Kohászat 2009/3. számában olvasható. Az azóta bekövetkezett változások megtalálhatók a www.kaptay.hu honlapon.

A cikk teljes terjedelmében az ombkenet.hu Kohászat 2011/5-ben olvasható.

koncentráció-gradiens hatására [4].

Hasonlóan az előző részhez, most is a hőmérséklet-, illetve az összetétel-gradiens által létrehozott felületifeszültség-gradiens által indukált határfelületi erővel foglalkozunk. Azonban az előző résztől eltérően nem egy folyadékfázisban diszpergált cseppekre/buborékokra ható erővel fogunk foglalkozni, hanem a folyadékfelszínnel párhuzamosan ható erővel, ami a felületi réteget képes mozgatni. Ezt a jelenséget először Thomson [5], majd tőle függetlenül Marangoni [6] írta le, a jelenség („Marangoni-áram-

lás”) és az azt előidéző „Marangoni-erő” az utóbbiról kapta a nevét. Ez a jelenség viszonylag jól dokumentált az irodalomban [7–11].

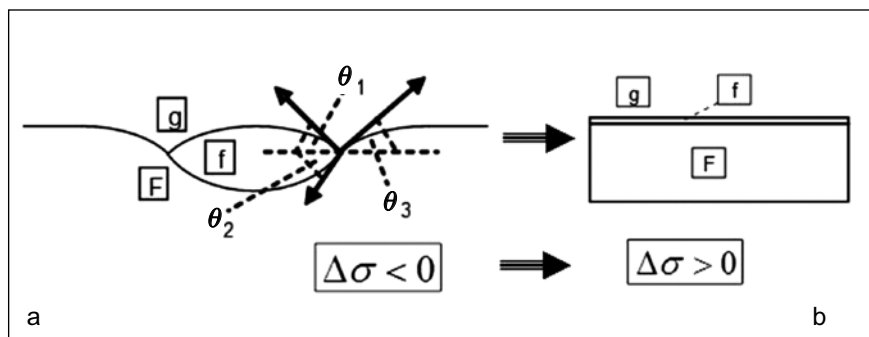
2. A határfelületi szétterítő erő

Egy kis mennyiségű folyadék (f) két lehetséges alakját vele nem elegyedő, relatíve nagy mennyiségű folyadék (F) felületén az 1. ábrán mutatjuk be. Az 1a ábrán látható peremszögek közötti kapcsolatot a cikksorozat második részében, a (10–11) egyenletekkel írtuk le [2], amiből az következik, hogy a folyadékcsepp akkor alkot vékony, sík réteget a másik folyadék felületén (1b ábra), ha a következő egyenlettel definiált $\Delta\sigma$ mennyiség értéke pozitív:

$$\Delta\sigma \equiv \sigma_{Fg} - \sigma_{Ff} - \sigma_{fg} \quad (1)$$

ahol σ_{Fg} és σ_{fg} az F és f folyadékok felületi feszültsége, míg σ_{Ff} a két folyadék közötti határfelületi energia (mindegyik mértékegysége J/m²).

A 2. ábrán mutatjuk be az F folyadékot részben fedő f folyadékhártyát,



■ 1. ábra. Kis mennyiségű folyadék (f) nagy mennyiségű, vele nem elegyedő másik folyadék (F) felületén csepp (1a ábra) és vékony réteg (1b ábra) formájában

amit x irányban a határfelületi szétterítő erő ($F_{fg,x}^{ter}$) terít szét az F folyadék felületén [12–13]:

$$F_{f,x}^{ter} = w \cdot \Delta \sigma \quad (2)$$

ahol w a tégely belső szélessége (m) a 2. ábra síkjára merőlegesen mérve.

Most terjesszük ki a (2) egyenlettel leírt erőt olyan esetre, amikor ugyancsak egy folyadékfázisunk van, de annak folyadék/gáz felülete mentén felületfeszültség-gradiens alakul ki [12-13]:

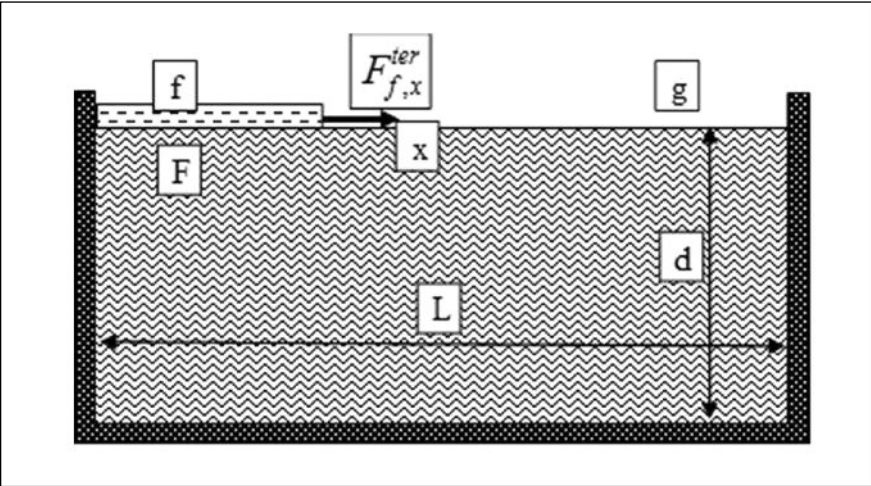
$$F_{Fg,x}^{ter} = A_{Fg} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dx} \quad (3)$$

Ilyen esetet mutatunk be a 3. ábrán, ahol a felületfeszültség-gradienst a felületi hőmérséklet-gradiens (dT/dx , K/m) hozza létre, amit oly módon tartunk állandósult állapotban, hogy egy tégely bal oldalát fűtjük, jobb oldalát pedig hűtjük. A természet most is energiaminimumra törekszik. Ezt úgy oldja meg, hogy a kisebb felületi feszültségű folyadékrésszel lecseréli a nagyobb felületi feszültségű folyadékrészt. Ha érvényes az Eötvös-szabály ($d\sigma_{Fg}/dT < 0$, 3a ábra), akkor a tégely bal oldalán kisebb a felületi feszültség és ezért a felületen balról jobbra indul áramlás. Azonban a kis felületi feszültségű folyadék legalább részben lehűl, mire a tégely jobb oldalára ér, emiatt megnő a felületi feszültsége, és ezért a bal oldali friss, meleg folyadék azt is le akarja cserélni. Ezzel kialakul egy, a teljes belső tégelyfelület menti áramlás, ami a teljes folyadékot átkeveri. Amennyiben olyan különleges folyadékösszetételt használunk, amire nem érvényes az Eötvös-szabály ($d\sigma_{Fg}/dT > 0$, 3b ábra), az áramlás iránya ellentétes lesz a 3a ábrán bemutatotthoz képest.

A (3) egyenletet e cikksorozat előző részében a határfelületi gradiens erőre levezetett (2) egyenlettel összehasonlítva [4] úgy találjuk, hogy a két erő egymással abszolút értelemben azonos, de egymással ellentétes irányú:

$$F_{Fg,x}^{ter} = -F_{g,x}^{grad} \quad (4)$$

Ha tehát a felületi feszültség gradiense balról jobbra mutat (3a ábra), akkor a folyadék felületi áramlása

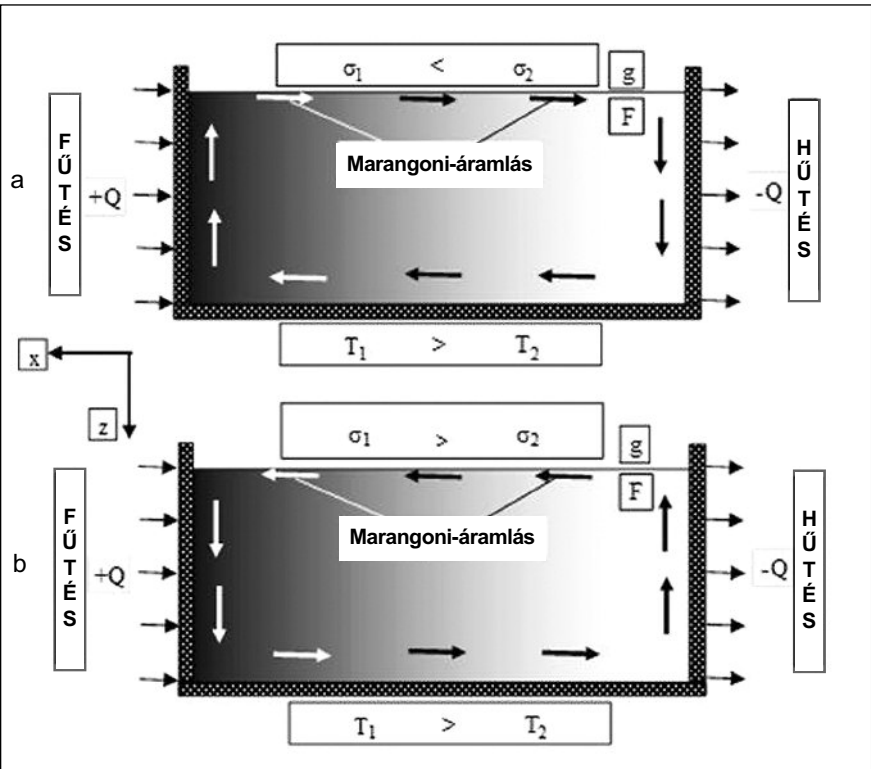


■ 2. ábra. A határfelületi szétterítő erő értelmezéséhez, az egymásban nem elegendő folyadékok (F és g) esetén

balról jobbra halad, míg a folyadék belsejében diszpergálódott buborék az ellenkező irányba, jobbról balra fog haladni (4. ábra). Mint a 4. ábráról látjuk, ez azért van így, mert a buborék mentén fellépő Marangoni-áramlás hatására a buborék jobb oldalán túlnyomás (túl sok folyadék), bal oldalán pedig vákuum (túl kevés folyadék) keletkezik, ami a nagynyomású helyről a kisnyomású hely felé (azaz jobbról balra) fogja lökni a buborékot. Ezért az előző részben

tárgyalt határfelületi gradiens erő [4] nevezhető „Marangoni-erő által indukált határfelületi gradiens erőnek” is, de Marangoni-erőnek (ahogy az irodalomban többször hibásan illetik) semmiképpen sem. Marangoni-erőnek csak az itt tárgyalt határfelületi szétterítő erő nevezhető.

Most ismételjük meg az előző rész (3) egyenletét [4], miszerint a felületfeszültség-gradienst vagy hőmérséklet-, vagy koncentráció-gradiens okozza:



■ 3. ábra. A hőmérséklet-gradiens indukálta határfelületi szétterítő erő értelmezéséhez, ha $d\sigma/dT < 0$ (3a ábra) és ha $d\sigma/dT > 0$ (3b ábra)

$$\frac{d\sigma_{Fg}}{dx} = \frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} + \sum_c \frac{d\sigma_{Fg}}{dx_c} \cdot \frac{dx_c}{dx} \quad (5)$$

ahol $d\sigma_{Fg} / dT$ (J/m²K) a felületi feszültség hőmérsékleti koeficiense, $d\sigma_{Fg} / dx_c$ (J/m²) a felületi feszültség koncentráció szerinti koeficiense, x_c az F folyadékban oldott c komponens móltörtje (dimenziómentes), $(dT/dx, K/m)$ a hőmérséklet-gradiens és $(dx_c/dx, 1/m)$ a c komponens koncentráció-gradiense. A határfelületi szétterítő erő legáltalánosabb képlete az (5) egyenletnek a (3) egyenletbe való behelyettesítésével:

$$F_{Fg,x}^{ter} = A_{Fg} \cdot \left(\frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} + \sum_c \frac{d\sigma_{Fg}}{dx_c} \cdot \frac{dx_c}{dx} \right) \quad (6)$$

A (3, 6) egyenletekkel leírt határfelületi erő a felületi Marangoni-áramlás hajtóereje. Ha egy newtoni viszkozitású folyadékban áramlás indul el, akkor fellép az áramlást fékező súrlódási erő is, ami a 3. ábrán bemutatott elrendezés esetén közelítőleg a következő képlettel írható le [14]:

$$F_{Fg,x}^{sur} \cong -A_{Fg} \cdot \eta \cdot \frac{2 \cdot v_{Fg,x}}{d} \quad (7)$$

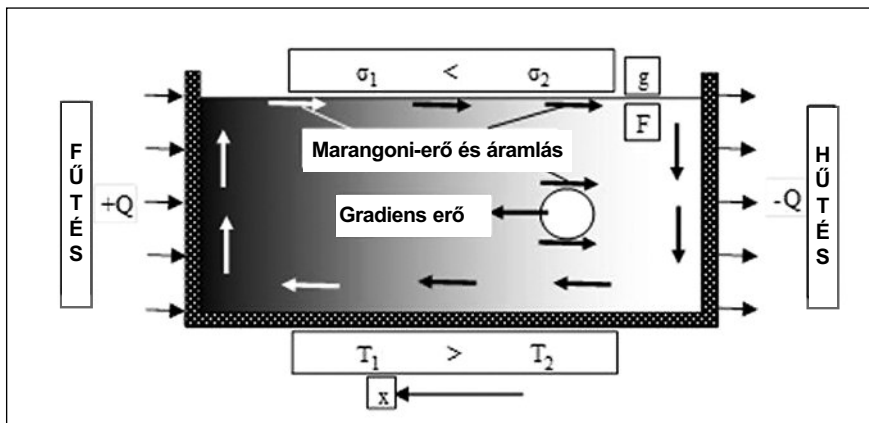
ahol η a folyadék dinamikai viszkozitása (Pas), $v_{Fg,x}$ (m/s) a felület mentén x irányban, a Marangoni-erő hatására fellépő felületi áramlás sebessége, d (m) a folyadék mélysége (lásd 2. ábra). A folyadék áramlása akkor éri el az állandósult állapotot jellemző egyensúlyi sebességet ($v_{Fg,x}^{egv}$, m/s), ha a folyadékfelszínre ható két erő eredője zérussá válik:

$$F_{Fg,x}^{ter} + F_{Fg,x}^{sur} = 0 \quad (8)$$

Behelyettesítve a (3, 7) egyenleteket a (8) egyenletbe, a következő egyenletet kapjuk az egyensúlyi felületi áramlási sebességre:

$$v_{Fg,x}^{egv} \cong \frac{d}{2 \cdot \eta} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dx} \quad (9)$$

Végezzünk próbaszámítást a (9) egyenlettel, feltételezve, hogy egy acél felületét nagy energiájú lézerrel olvasztjuk meg, és a Marangoni-áramlást a hőmérséklet-gradiens okozza. Ekkor a (9) egyenletbe



■ 4. ábra. Ugyanaz, mint a 3a ábra, de középen egy buborékkal, amin a határfelületi szétterítő (Marangoni-) erő által indukált határfelületi gradiens erő felléptét szemléltetjük

(6) helyettesítve az (5) egyenlet első tagját, konkrétan a következő egyenlettel számolhatunk:

$$v_{Fg,x}^{egv} \cong \frac{d}{2 \cdot \eta} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} \quad (10)$$

Tegyük fel, hogy a lézersugár által megvilágított folt alatt közvetlenül 2600 K az acéolvadék hőmérséklete, ami sugárirányban kifelé erőteljesen csökken, és mindössze 2 mm távolságon belül elérjük az acél likvidushőmérsékletét (kb. 1800 K). Mutasson az x vektor sugárirányban kifelé. Ekkor a felületi hőmérséklet-gradiens: dT/dx $(1800-2600)/0,002 = -4 \cdot 10^5$ K/m. Az alacsony oxigén- és kén-tartalmú acélok felületi feszültségének hőmérsékleti koeficiense [15]: $d\sigma_{Fg} / dT \cong -0,49$ mJ/m²K. Az acél viszkozitása az átlagos 2200 K-en [15]: $\eta \cong 4$ mPas. Amennyiben az átolvasztott acélréteg mélysége $d = 2$ mm, a Marangoni-áramlás sebességére a (10) egyenletből: $v_{Fg,x}^{egv} \cong 49$ m/s = 176 km/h érték adódik. Tehát az acéolvadék felületi rétege egy gyorsvonal sebességével száguld sugárirányban kifelé. Nyilvánvaló, hogy mind a lézersugaras átolvasztásnál [16–27], mind az ívhegesztésnél [28–34] ennek a jelenségnek nagy szerepe lesz mind az olvadéktócsa alakjára, mind annak homogenitására. Felületi acél-mátrixú nanokompozitok lézeres in situ előállításánál azt tapasztaltuk, hogy a szintézishez szükséges kémiai cserereakciók gyakorlatilag teljes mértékben lejártszódnak, és homogén koncentrációmező alakul ki akár tizedmásodperc alatt is, a nagy

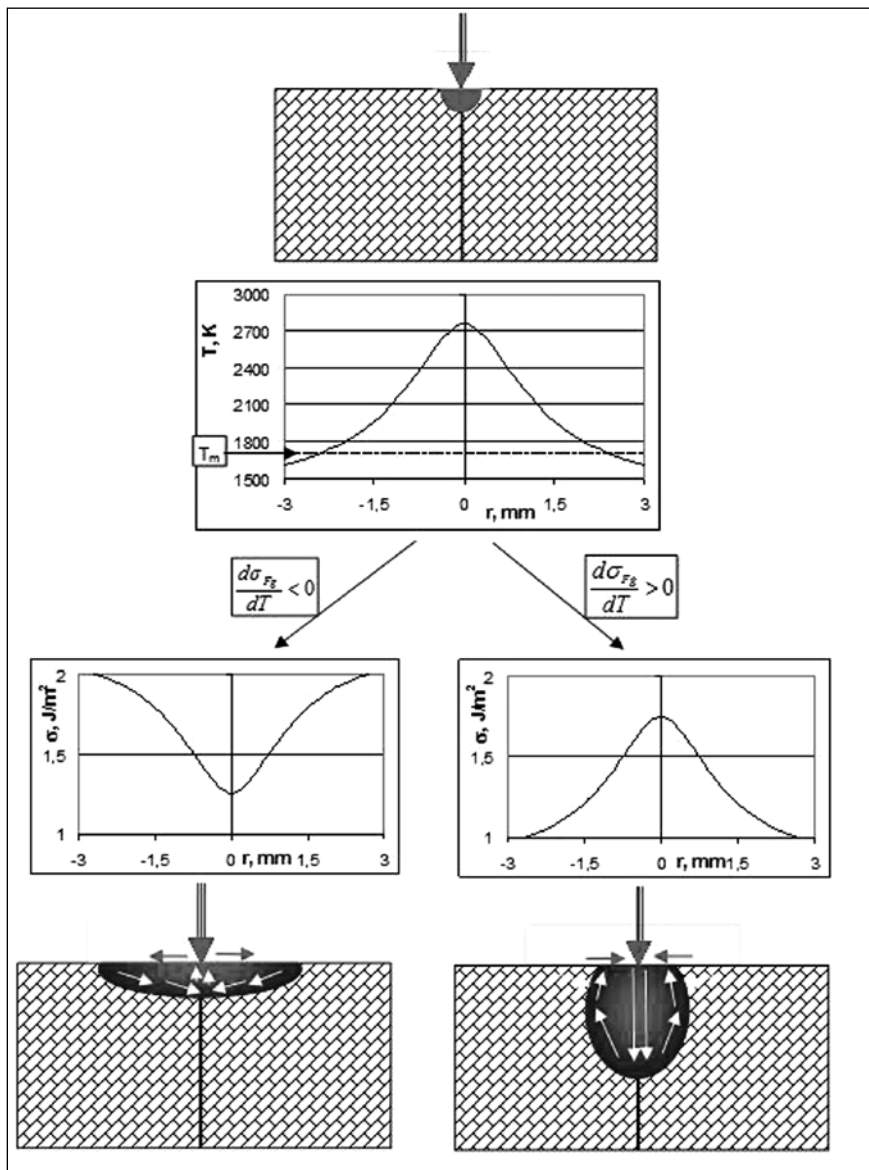
sebességű Marangoni-áramlásnak köszönhetően [25]. Ívhegesztésnél alapvető fontosságú olyan felületi összetétel kialakítása, ami megfordítja a Marangoni-áramlás „normál” irányát, az Eötvös-szabálynak ellentmondó módon [34]. Ezt a kérdést részletesebben a következő fejezetben tárgyaljuk.

3. A határfelületi szétterítő erő gyakorlati jelentősége két példán

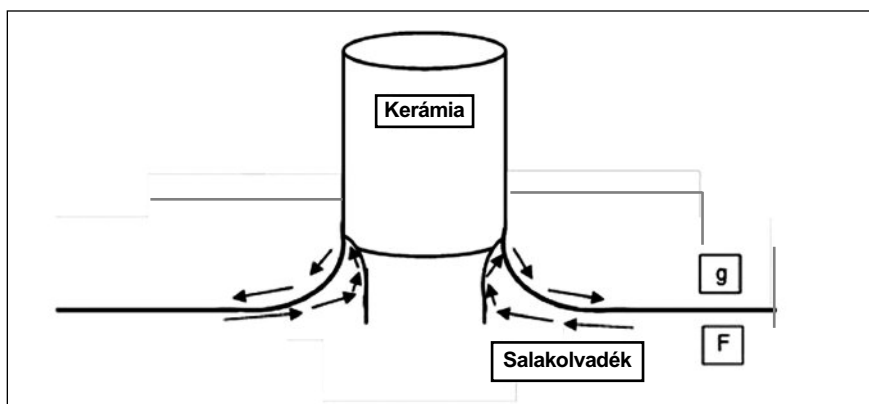
3.1. A hőmérséklet-gradiens hatás: hegesztési varratok alakja

Az 5. ábrán sematikusan mutatom be, hogy milyen alakú hegesztési varrat jön létre attól függően, hogy milyen irányú a Marangoni-áramlás. Az elektronsugárral az összehegesztendő fémdarabokat középen olvasztjuk meg (a hegesztősugár az 5. ábra síkjára merőlegesen halad), ezért a hőforrás alatt lesz maximális a hőmérséklet, ami kifelé sugárirányban fokozatosan csökken. Ezért a fém összetételének függvényében két esetet különböztethetünk meg.

Az 5. ábra bal oldalán látjuk a „normál” alapesetet, ami megfelel az Eötvös-szabálynak, amennyiben a fém összetétele olyan, hogy $d\sigma_{Fg} / dT < 0$. Ekkor a nagy hőmérsékletű, középső résznek a legkisebb a felületi feszültsége, és emiatt a Marangoni-áramlás a felületen középről kifelé indul. Emiatt az elektronsugár által felmelegített fémlvadék oldalirányban olvasztja a fémet, és mire visszakanyarodik, elveszti a többlethőjét, ezért lefelé már nem tud olvasztani. Végeredményben a hegesztési varrat



■ 5. ábra. Hegesztési varrat sematikus alakja a felületi feszültség hőmérsékleti együtthatójának előjelétől, azaz a Marangoni-áramlás irányától függően



■ 6. ábra. Egy kerámia alkatrész eróziója / korróziója salak/gáz határfelületen

sekély és széles lesz, ami gyenge kötést hoz létre, ráadásul feleslegesen energiapazarló is.

Az 5. ábra jobb oldalán látjuk a „fordított” esetet, ami ellentmond az

Eötvös-szabálynak, amennyiben a fém összetétele olyan, hogy $d\sigma_{Fg}/dT > 0$. Ekkor a nagy hőmérsékletű, közepső résznek a legnagyobb a felületi feszültsége, és emiatt a Maran-

goni-áramlás a felületen kívülről befelé indul. A két oldalról érkező áramlás közepén találkozik, lefelé fordul, és lefelé olvasztja a fémeket. Mire visszakanyarodik elveszti a többlethőjét, ezért oldalirányban már nem tud olvasztani. Végeredményben a kialakuló hegesztési varrat mély és keskeny lesz, ami nagyobb szilárdságú kötést hoz létre.

Mint látjuk, ezen utóbbi, „fordított” Marangoni-áramláshoz olyan speciális ötvözet-összetételre van szükség, ami az Eötvös-szabálynak ellentmondó, pozitív előjelű $d\sigma_{Fg}/dT$ értéket biztosít. A megoldás kulcsa a felületi fázisátalakulás, amiről egy külön cikk fog szólni e cikksorozatban belül [34–36].

3.2. A koncentráció-gradiens hatása: erózió salak határfelületen

A 6. ábrán egy salakolvadékba nyúló kerámiaszerelvényt mutatunk be [37]. Ha a salakolvadék nedvesíti a kerámiát és abból felületaktív komponens oldódik a salakolvadékba, akkor a kerámiaszerelvénnyel közelében a kerámia/salak/gáz háromfázisú vonal mentén megnő a felületaktív komponens koncentrációja (azaz lecsökken a felületi feszültség), ami a kerámiaszerelvénytől kifelé induló, koncentráció-gradiens által indukált Marangoni-áramlást hoz létre a salakolvadék/gáz határfelület mentén. Ezt a felületi áramlást kompenzálja egy ellentétes irányú, térfogati áramlás, ami intenzív sűrűsödést hoz létre a kerámiaszerelvénnyel felülete mentén közvetlenül a salak/gáz határfelület alatt, intenzív kerámia korróziót/eróziót okozva. Hasonló jelenségeket a salak/fémolvadék határfelületek közelében is gyakran megfigyelhetünk, amit szintén a koncentráció-gradiens által indukált Marangoni-áramlás okoz.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TAMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt támogatta, az Európai Szociális Alap segítségével. Szerző köszönetét fejezi ki a BKL Kohászat szerkesztőségének, hogy lehetővé tette e cikksorozat publikálását. Ezt a cikksorozatot Édesapám, *id. Kaptay György* kohómérnök (1933–2008) emlékének ajánlom.

Irodalom

- [1] Kaptay Gy.: BKL Kohászat, 142-3 (2009) 39–46.
- [2] Kaptay Gy.: BKL Kohászat, 142-6 (2009) 37–46.
- [3] Kaptay Gy.: BKL Kohászat, 143-3 (2010) 33–38.
- [4] Kaptay Gy.: BKL Kohászat, 143-5 (2010) 45–54.
- [5] Thomson, J.: Phil. Mag. Ser.4, 10 (1855) 330–333.
- [6] Marangoni, C.: Pel Dott, Nuovo Chim. Ser.3, 3 (1878) 97–115.
- [7] Mills, K. C. – Hondors, E. D. – Li, Z.: J. Mater. Sci. 40 (2005) 2403–2409.
- [8] Chatterjee, D. – Chakraborty, S.: Metal. Mater. Trans., 36B (2005) 743–754.
- [9] Shiratori, S. – Hibiya, T. – Kuhlmann, H. C.: Microgr. Sci. Techn., 18 (2006) 132–136.
- [10] Quéré, D. – Ajdari, A.: Nature Mater., 5 (2006) 429–430.
- [11] Udvardy, O. – Lovas, A.: Mater Sci Forum, 589 (2008) 173–178.
- [12] Kaptay, G.: J. Mater. Sci., 40 (2005) 2125–2131.
- [13] Kaptay, G.: J. Disp. Sci. Technol., 2011, doi: 10.1080/01932691.2010.548232.
- [14] Poirier, D. R. – Geiger, G. H.: Transport Phenomena in Materials Processing, TMS, Warrendale (1994)
- [15] Iida, T. – Guthrie, R. I. L.: The Physical Properties of Liquid Metals, Clarendon Press, Oxford (1993).
- [16] Roósz, A. – Sólyom, J. – Teleszky, I.: Prakt. Metallogr., 35 (1988) 448–445
- [17] Roósz A. et al.: Mater. Sci. Eng., A173 (1993) 351–355.
- [18] Buza G.: Természet Világa, 128 (1997) 517–520.
- [19] Gács, Z. et al.: Surf. Coat. Techn. 151–152 (2001) 320–324.
- [20] Králik, G. et al.: Mater. Sci. Forum, 414–415 (2003) 21–30.
- [21] Buza G. és társai.: BKL Kohászat, 137-2 (2004) 39–44.
- [22] Janó V. – Buza G. – Kálazi Z.: BKL Kohászat, 138-3 (2005) 39–44.
- [23] Bitay, E. – Roósz, A.: Mater. Sci. Forum, 508 (2006) 301–306.
- [24] Svéda, M. – Roósz, A. – Buza, G.: Mater. Sci. Forum, 508 (2006) 99–104.
- [25] Verezub, O. et al.: Surf. Coat. Technol, 203 (2009) 3049–3057.
- [26] Verezub, O. et al.: Surf. Engin. 27 (2011) 428–435.
- [27] Verezub, O. et al.: J. Mater. Process. Technol., 211 (2011) 750–758.
- [28] Heiple, C. R. – Roper, J. R.: Welding J., 61 (1982) 97–102.
- [29] Wang, Y. – Tsai, H. L.: Metall. Mater. Trans., 32B (2001) 501–514.
- [30] Lu, S. – Fujii, H. – Nogi, K.: ISIJ Int., 45 (2005) 66–70.
- [31] Lowke, J. J. – Tanaka, M. – Ushio, M.: J. Phys. D38 (2005) 3438–3445.
- [32] Sándor T.: Gyártóeszközök, szerszámok, szerszámgépek, 2 (2007) 22–24.
- [33] Sándor, T. – Dobránszky, J.: Mater. Sci. Forum, 537–538 (2007) 63–70.
- [34] Sándor T. et al.: submitted to Science Technology Welding Joining.
- [35] Kaptay, G.: Calphad, 29 (2005) 56–67 (+ Erratum, 29 (2005) 262).
- [36] Mekler, C. – Kaptay, G.: Mater. Sci. Eng., A495 (2008) 65–69.
- [37] Mukai, K.: Phil. Trans. A356 (1998) 1015–1026.

PÁLMAI ZOLTÁN

A szerszámanyagok kopási folyamatai forgácsolásnál

A forgácsolószerszám kopásának vizsgálata alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a forgácsolási út hosszának figyelembevétele nem csak az abrázív, adhéziós, hanem a termikusan aktivált diffúziós, oxidációs folyamatoknál is szükséges. Ennek alapján a kopási sebesség olyan matematikai modelljének alkalmazását javasoljuk, amelynek konstansai és a folyamat aktiválási energiája forgácsolási kísérletekkel, de akár váltakozó technológiai paraméterekkel folytatott üzemi gyártás közben végzett kopásmérésekkel is meghatározhatók. A kopási egyenlet validációja során meghatároztuk a C45/P20 munkadarab/szerszám-anyag párosításnál a kopás aktiválási energiáját.

1. Előzmények

A szerszámok kopásállósága fontos gazdasági tényező, ezért mindig élénken foglalkoztatta a technológusokat. Schallbroch és Bethmann

könyve 60 évvel ezelőtt már 106 irodalmi forrást idézett [1]. A fejlődés ma is tart, a kopási folyamatok tanulmányozása révén a szerszám élének extrém igénybevételét mind jobban elviselni képes anyagkombinációk

jelennek meg. Ezért aztán a szerszám anyagának a használat közbeni degradációja a technológusok és anyagkutatók érdeklődésének jelenleg is egyik fontos fókuszpontja.

Már a múlt század közepén jelentős kutatási eredmények születtek. A szerszámok kopását meghatározó komplex folyamatok leírására Takeyama és Murata [2] az általános

$$W = W_b(n, \sigma_s) + W_a(L, \sigma_a) + W_p(\theta, t) + W_i \quad (1)$$

egyenletet vezette be, ahol

Dr. Pálmai Zoltán életrajzát lapunk 2010/5. számában közzeltük. A cikk teljes terjedelmében az ombkenet.hu Kohászat 2011/5-ben olvasható.

W_p a fáradás hatására bekövetkező ún. morzsolódó törés, n a sokkok száma, σ_s, σ_a anyagjellemző, W_a mechanikus abrázio, $L=vt$, a v forgácsolósebesség és t idő által meghatározott forgácsolási úthossz, W_r termikusan aktivált kopás, θ a szerszámon kialakuló ún. forgácsolási hőmérséklet, W_i egyéb mechanizmusok.

Folyamatos forgácsolás esetében a W_p és W_i negligálásával a kopási sebesség

$$\frac{dW}{dt} = vA(L) + B \exp - \frac{Q}{R\theta}, \quad (2)$$

ahol Q a kopási folyamat aktiválási energiája, R az általános gázállandó és A, B anyagtól, technológiától függő konstans.

A kopáselmélet módszerét követve, a kopás jelölésére ebben a dolgozatban a W -t használjuk.

Dawidl [3] kimutatta, hogy a diffúzió következtében meggyengült struktúra felületi roncsolódásakor a keményfém TiC-tartalma fékezi a kopást. *Altenwerth* [4] részletesen tanulmányozta a keményfém/acél határfelületen végbemenő reakciókat, a Co diffúziójának jelentőségét. *Schaller* [5] kvantitatív megállapításokat tett a Fe-ban szubsztitúciósan oldódó Co szerepére, a különböző karbid komponensek, mint a (W,Ti,Ta)C komplex karbidok mennyiségére és hatására vonatkozóan. Minthogy a forgácsolási folyamat intenzitásának növelésekor az acél munkadarab felületi rétegében $\alpha - \gamma$ átalakulás is bekövetkezhet [6], ez lényegesen megváltoztatja a diffúziós folyamatok feltételeit [7]. A forgácsolás kutatói több diffúziós folyamatot is megvizs-

gáltak, amint összefoglaló tanulmányában *Cook* is tette [8], aki

– a csak WC-ot tartalmazó keményfém-ből a Co kidiffundálásánál

$Q = 159 \pm 21$ kJ/mol, komplex karbidok jelenléte esetén

$Q = 134 \pm 8$ kJ/mol,

– acél munkadarabra diffundálásánál

$Q = 134$ kJ/mol,

– a $C \rightarrow \alpha\text{-Fe}$ folyamatra

$Q = 75\text{--}84$ kJ/mol,

– a $C \rightarrow WC$ folyamatra

$Q = 247$ kJ/mol,

– a WC-6Co kúszásánál

(870–1100 K) $Q = 84$ kJ/mol,

– WC-16TiC-15TaC-10Co kúszásánál (1100 K) $Q = 155$ kJ/mol,

– az $\alpha\text{-Fe}$ szemcsehatár öndiffúziójára $Q = 168\text{--}188$ kJ/mol,

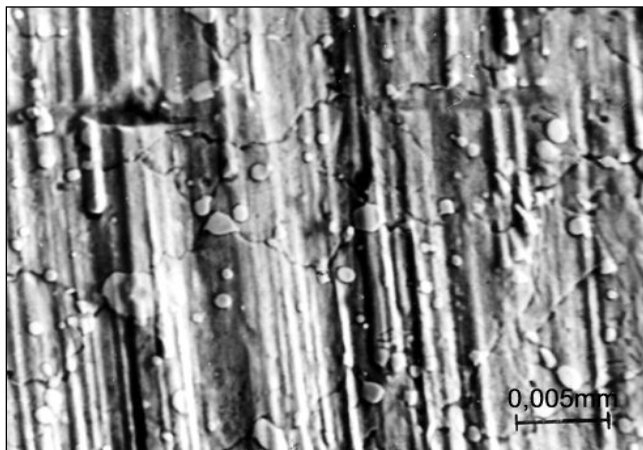
– a vas-oxid kialakulására

$Q \approx 138$ kJ/mol

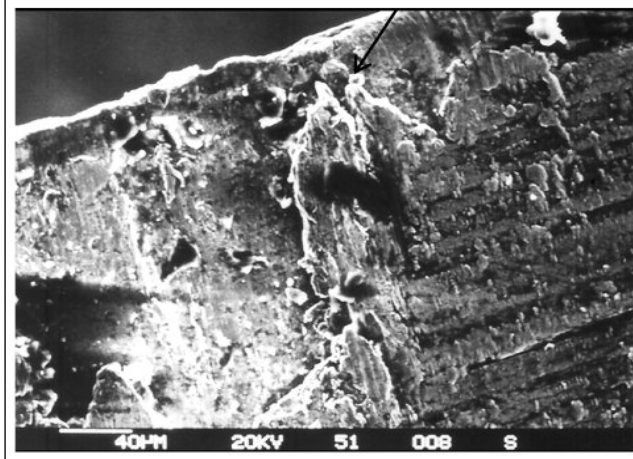
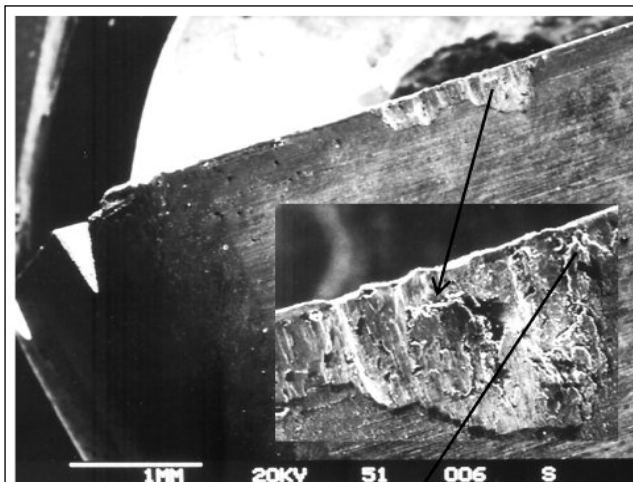
értéket adott meg.

A (2) egyenlet első, abrázio tagja csak az L végigforgácsolt úttól, a második tag pedig csak a művelet t idejétől függ. Számos kutató munkájában a későbbiekben is ez a szemlélet érvényesült [9]. A szerszám hátlapján (a szerszámnak a munkadarabra „néző” felületén) végbemenő részfolyamatok tanulmányozása során egyesek a (2) egyenlet második tagját elhanyagolva az adhéziós, abrázio kopásra kon-

centráltak, mint *Shaw* és *Dirke* [10]. Mások viszont – a szerszám forgács-csal érintkező homloklapfelületének ún. kráterkopását vizsgálva – éppen fordítva, a (2) egyenlet első tagját negligálták, mint *Trigger*, *Chao* [11] és *Pálmai* [12,13]. *Usui* és *Shirakashi* [14] a hátkopást is vizsgálva ahhoz a fontos felismeréshez jutott, hogy a termikusan aktivált kopási folyamatoknál figyelembe kell venni a kopási út hosszúságát is. Ők viszont az abrázio, adhéziós folyamatokat hagyták figyelmen kívül. Ez a sokféle megközelítési mód arra vezethető vissza, hogy a forgácsleválasztás folyamata meglehetősen bonyolult, a technológiai paramétereiktől függően a szerszám igénybevétele igen különböző lehet. Ez a körülmény és a következőkben összefoglalt vizsgálati eredmények vezettek annak felismeréséhez, hogy az L forgácsolási út figyelembevételére a (2) egyenlet mindkét tagjánál szükség van, vagyis a csúszó, tehát adhéziós, abrázio



■ 1. ábra. Gyorsacél forgácsolószerszám kopott felülete



■ 2. ábra. Fe felpadadás TiN bevonatú gyorsacél szerszám kopott szakaszán

kopásnak a termikusan aktivált kopási folyamatok esetében is szerepe van.

Az irodalom számos más, itt szóba jöhető folyamat aktiválási energiáját is közölte már, amely lehetővé teszi, hogy ennek ismeretében vissza lehessen következtetni az anyag viselkedésére, a degradáció természetére, amely fontos információ a technológusnak és az anyagfejlesztőnek egyaránt. Jelen dolgozat egy olyan módszert mutat be, amellyel a forgácsolószerszám kopását jellemző aktiválási energia a technológiai adatok felhasználásával viszonylag egyszerűen meghatározható.

2. A hátkopás fizikai természetéről

A forgácsolószerszám hátkopása legtöbbször összetett, több folyamat következménye [6]. Egy tipikus abrazív kopást mutat az 1. ábra, amelyen az is látszik, hogy az alapszövetnek és a benne elhelyezkedő kemény szemcséknek, itt karbidoknak egyaránt fontos szerepe van. Még inkább nyilvánvalóvá válik ez a keményfémeknél, amelyeknél a kötőanyag kidiffundálása következtében kopnak ki a szemcsék. Ilyenkor a felület kigödrosödik, a felületi degradáció főleg a kemény szemcsék kötéselazulásának következménye. A lágyabb kötőanyag aztán gyorsan a szemcse után kopik.

Az abrazív hátkopás összetett folyamat. A szerszám felületére a munkadarab anyagából feltapadhat egy réteg, amint a 2. ábra kopott, eredetileg TiN-bevonatú szerszámon mutatja.

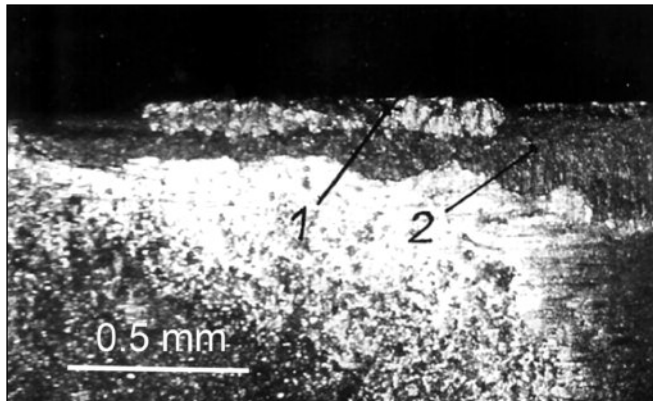
Ismeretes, hogy a forgácsolószerszámok éltartama látszólag azonos technológiai feltételek mellett is széles határok között szóródhat. Számos kutató kimutatta, pl. *Wicher* [15], *Pietikainen* [16], *Pálmai és Temes-szentandrás* [17,18], hogy acélok esetében a metallurgiai dezoxidációs eljárás a keményfém éltartamának esetenként akár több 100%-os eltérését is okozhatja. Ez egy nemfém anyagfelrakódásnak köszönhető, amely a szerszám homloklapján és hátlapján ilyenkor kialakul, és a kopástól védi a szerszámot (3. ábra). A nemfém réteg különbözik a fémes élsisaktól, az acélban keletkező olyan dezoxidációs termékekből ke-

letkezik, amelyek a forgácsképződés extrém hőmérsékletén, a nagy nyomáson képlekennyé válnak. A munkadarab anyagában lévő zárványok viszont gyakran ridegek, és ezek egyrészt megakadályozhatják a nemfém védőréteg kialakulását, másrészt abrazív hatásukkal növelhetik a kopás sebességét.

A vizsgálati eredményeket összegezve megállapítható, hogy a szerszám hátlapján a felületi réteg degradációja komplex jelenség, amelyben mindig szerepet játszik az a súrlódás, amely a munkadarab és a szerszám között fellép. Ez pedig azzal a fontos következménnyel jár, hogy az L forgácsolási utat nem csak az abrazív, adhézios kopásnál, hanem akkor is figyelembe kell venni, amikor a magas forgácsolási hőmérséklet miatt a szerszám felületi rétegének roncsolódása főleg az ott végbemenő diffúzió vagy oxidáció miatt következik be.

3. A hátkopás geometriai összefüggései

Ortogonalis forgácsolásnál két dimenzióban vizsgálható a kopás. A 4a ábra szerint a ténylegesen lekopott V térfogatú anyag tömege $m = \rho V$, és $V = (F_1 + F_2)b$, ahol ρ a sűrűség, b a leválasztott réteg szélessége. Az F_2 a munkadarab átmérőjétől és a szerszám élének elhelyezési szögétől függ, bár általában figyelmen kívül szokták hagyni. Mi is ezt tettük, azzal a megszorítással, hogy az F_2 arányát F_1 -hez viszonyítva a forgácsolási vizsgálatainknál max. 3%-ra korlátoztuk. Egyébként valamivel bonyolultabb, de kezelhető geometriai összefüggésekkel kell számolni. A kopás geometriai viszonyait ezzel az egyszerűsítéssel a 4b ábra szemlélteti. Az x irányú kopás és a szerszámon mérhető W hátkopás kapcsolata



■ 3. ábra. Kétféle anyagfelrakódás a hátlapon 1: fémes élsisak, 2: nemfém felrakódás

$$W = (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \gamma) x, \quad (3)$$

a dt idő alatt lekopott dV térfogat pedig

$$dV = b (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \gamma) x dx = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \gamma} W dW \quad (4)$$

vagyis a térfogatos kopási sebesség

$$\frac{dV}{dt} = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \gamma} W \frac{dW}{dt} \quad (5)$$

4. A hátkopás új modellje

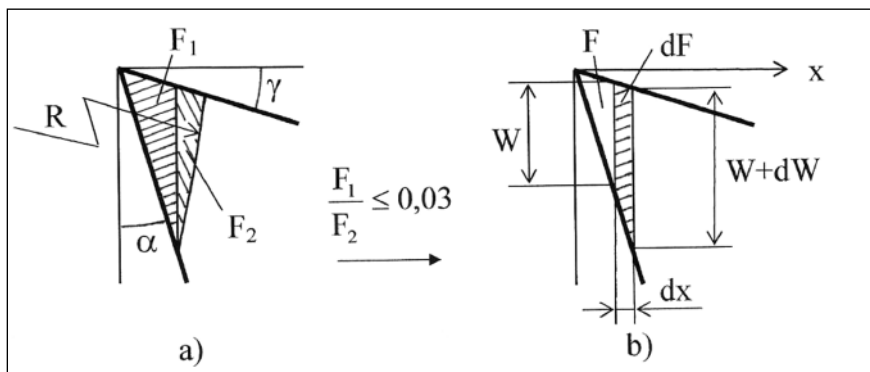
Az előzők szerint a hátkopás sebességét a végigforgácsolt út és a kialakult hőmérséklet függvényében együtt kell vizsgálni, azaz

$$\frac{dm}{dL} = \frac{\rho}{v} \frac{dV}{dt} = C_1 + C_2 \exp - \frac{Q}{R\theta} \quad (6)$$

ahol az egyenlet jobb oldala a kopás fizikai folyamatait írja le, mégpedig a szerszám felületén, ill. felületi rétegében végbemenő adhézios/abráziós, illetve a termikusan aktivált folyamatok, azaz a diffúzió, ill. oxidáció összegezésével. Az (5) egyenlet felhasználásával ez a

$$\frac{dW}{dt} = \frac{v}{W} \left[A_a + A_{th} \exp - \frac{Q}{R\theta} \right] \quad (7)$$

alakot ölti, ahol az A_a , A_{th} és Q konstans. Ezzel az új modell még nincs kész, mert egyrészt a θ hőmérséklet helyére célszerű a technikailag jobban kezelhető technológiai paramétereket bevezetni, másrészt a kopás



■ 4. ábra. A hátkopás geometriája

növekedésével a forgács képződésének körülményei, főleg a hőmérséklet is megváltozik.

Mi itt Lowack [19] eredményei alapján a keménység szerszámokkal végzett ortogonális forgácsolás esetére a

$$\theta = 55,6 v^{0,27} f^{0,16} a^{0,055} \bar{\gamma}^{0,25} HV^{0,13} (K) \quad (8)$$

empirikus képletet alkalmazzuk, ahol f az előtolás, a a fogásmélység, HV a munkadarab keménysége, $\bar{\gamma} = 90^\circ - \gamma$ pedig a szerszám homlokszögének korrigált értéke. A technológiai paraméterek általában állandóknak tekinthetők, akkor a (8) képlet az egyszerűbb

$$\theta = C_v v^{0,27} \quad (9)$$

alakot ölti.

A kopás növekedése közben növekszik a forgácsolási hőmérséklet is, amelyet figyelembe kell venni. Ehhez a forgácsoláselmélet nyújt segítséget, amelynek fejlődése során rengeteg elméleti és mérési eredmény látott napvilágot, és az ún. végelem-módszer (FEM) egyre szélesebb alkalmazása következtében is felhasználható adatok tovább gyarapodnak. Tapasztalat szerint a kopás visszahatását a forgácsolási hőmérsékletre a

$$\theta \cong C_v v^x + C_w W = C_v (v^x + KW) \quad (10)$$

képlettel írhatjuk le, ahol $K = C_w / C_v$. Ennek felhasználásával jutunk a szerszámkopás komplex egyenletéhez, amely

$$\frac{dW}{dt} = \frac{v}{W} \left[A_a + A_{th} \exp - \frac{B}{v^x + KW} \right], \quad (11)$$

ahol

$$B = \frac{Q}{RC_v} \quad (12)$$

Fontos, hogy a (11) egyenletben a v forgácsolósebességre semmilyen megkorlátozást nem tettünk, tehát lehet konstans, szakaszosan vagy folyamatosan változó is. Ez egy nemlineáris autonóm differenciálegyenlet, amely numerikus módszerekkel egyszerűen megoldható. A kezdeti feltételre nincs megkorlátozás. Új szerszám esetén az éllekerekedés sugarát lehet választani, használt szerszám esetében pedig az addigi használat során kialakult kopás értéke a kezdeti feltétel. Ez azt is jelenti, hogy a kopási egyenlet a különböző forgácsolási műveleteknél egymás után is felhasználható, ha figyelemmel vagyunk arra az egyszerűsítő feltételezésre, amelyet a 4. ábrán az F_1 és F_2 szegmens viszonyára tettünk. Az új, komplex kopásegyenlet fontos tulajdonsága ez, amely lehetővé teszi, hogy külön kísérletek nélkül, akár az üzemi gyártás közben végzett kopásmérések adatait használjuk fel.

A konstansokat célszerű két csoportban kezelni, mert a (10) empirikus képlet x és K konstansa tekintetében, amint az előbbieknél arra már utaltunk, a forgácsoláselmélet sok vizsgálati eredménnyel rendelkezik. Így a (11) új kopási modellnél voltaképpen három konstans, az A_a , A_{th} és B meghatározására kell célravezető számítási stratégiát kialakítani, amelyre különböző módszerek kínálkoznak.

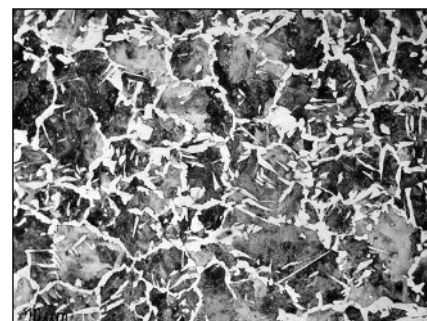
5. Az új kopásmodell validációja

Korábban olyan acélfajták kifejlesztését tűztük célul, amelyek forgácsolá-

sa közben a szerszámon a már előzőekben említett nemfémes felrakódás képződik, és így a megmunkálhatóság javul [17]. Ehhez hosszú idejű éltartam-vizsgálatokkal bázis kísérleteket végeztünk, amelyhez viszonylag nagy tömegű, azonos minőségű acélra volt szükség. Most ezeknek a forgácsolási vizsgálatoknak az eredményeit használjuk fel. Mint már korábban utaltunk rá, azonos minőségű acélok forgácsolhatósága is széles határok között szóródhat, első lépésként tehát megvizsgáltuk, hogy a metallurgiai üzemünkben gyártott acéladagokra ez mennyire jellemző. 31 üzemi adagot teszteltünk, és a szerszámkopásnál valóban nagy szórást tapasztaltunk. Ezt a hosszú időtartamú vizsgálatainknál úgy védtük ki, hogy a kísérletekhez szánt üzemi acéladagot Al-mal túldehidroztuk. Ennek következtében csak rideg oxidzárványok keletkeztek, amelyek garantáltan nem képeznek nemfémes felrakódást a szerszámon.

A kísérleti C45 minőségű acél kémiai összetétele C 0,45%, Mn 0,78%, Si 0,26%, P 0,025%, S 0,026%, Al 0,13% volt. Itt az Al-tartalom kerekén egy nagyságrenddel nagyobb a szokásosnál, ezzel értük el, hogy biztosan rideg zárványok keletkezzenek.

A hosszú időtartamú forgácsolási vizsgálatokat P20 minőségű, bevonat nélküli keménységűvel végeztük ($f = 0,25$ mm/ford., $a = 2,5$ mm, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = -6^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\kappa = 60^\circ$, $\varepsilon_r = 90^\circ$, $r_e = 0,8$ mm). A kiinduló munkadarabok tömbbugából 280 mm átmérőre esztergált, 1700 mm hosszúságú hengeres tömbök voltak. A keménység HV20 196 ± 16 volt, a vizsgált szövetszerkezetet az 5. ábra mutatja.



■ 5. ábra. A forgácsolási kísérletek anyagának szövetképe

Ezzel a kopásmérések eredményeinek szórását leszűkítettük.

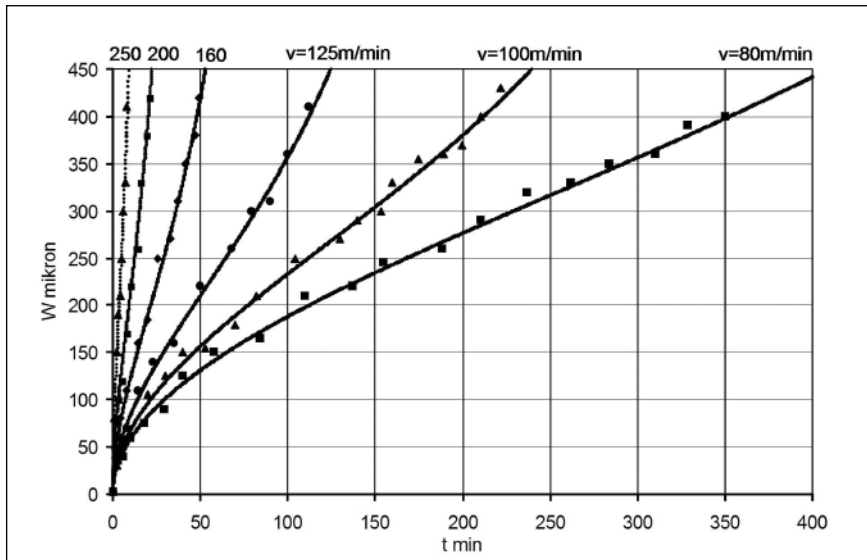
A számítások kezdeti feltételül a kereskedelmi keménységű lapka élekerekedési sugarát választottuk, amely $W_0 \approx 30 \mu\text{m}$ volt. A szerszám hátkopásának mérési eredményeit a 6. ábra mutatja. Ezekre az eredményekre kellett az új kopásegységgel meghatározható görbéket optimálisan illeszteni.

A kísérletekhez választott technológiai paraméterekből a (8) képlettel számolva $C_v = 281,6 \text{ K}$, és több szakirodalmi adat összevetése alapján $C_w \approx 0,6 \text{ K}/\mu\text{m}$, így $K = 0,002$, továbbá $x = 0,27$. Ezek birtokában az A_a , A_{th} és B konstansok olyan regressziós analízissel határozhatók meg, amelyben a Pearson-féle R^2 mutatószám maximális értékéhez tartozó konstansokat keressük. A számítások Excell, Matlab vagy MatCad segítségével viszonylag egyszerűen elvégezhetők. A részletek mellőzésével az eredmény $A_a = 2$, $B = 65$, $\ln A = 16,1181$. Ennél a megoldásnál a Pearson-szám $R^2 = 0,9949$. A számítási és mérési eredmények jó egyezését szemlélteti a 6. ábra is.

A kopás látszólagos aktiválási energiája a (12) képlet felhasználásával $Q = BRC_v = 65 \times 281,6 \times 8,29 = 151,7 \text{ kJ/mol}$, amely az 1. fejezetben az aktiválási energiára felsorolt néhány adattal értelmezhető. Az látható, hogy a szerszám degradálódása a forgácsolás közben olyan komplex folyamat, amely több reakció eredője. Ezek között a C45/P20 munkadarab/szerszámanyag párosításnál a kopás intenzitását meghatározó folyamat a Co diffundálása a szinterelt karbid struktúrából az acélba, amelynek következtében meggyengül a jelentős arányban előforduló (W,Ti)C vegyeskarbid szemcsék kötése. Ezeket így a munkadarab anyaga magával tudja sodorni, lekoptatja.

6. Összefoglalás

A szakirodalom tanulmányozása és a kopási folyamatok optikai, elektronoptikai, valamint morfológiai vizsgálati alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy lehetséges egyetlen matematikai modellben leírni az abrazív, adhéziós és termikusan aktivált diffúziós, oxidációs folyamatokat.



■ 6. ábra. A számított kopásgörbék illeszkedése a mérési eredményekhez

Ez a modell egy nemlineáris autonóm differenciálegyenlet, amely az összes részfolyamatnál figyelembe veszi a forgácsolási út hosszát, valamint a szerszám hátlapján a hőmérséklet és kopás kölcsönhatását. A forgácsolási vizsgálatoknál a hátkopás mérési eredményeire jól illeszkednek az egyenlettel kiszámított kopásgörbék. Ezek birtokában kiszámítható a kopási folyamat jellegét meghatározó folyamat aktiválási energiája.

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalom

- [1] Schallbroch, H. – Bethmann, H.: Kurzprüfverfahren der Zerspanbarkeit. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 1950.
- [2] Takeyama, H. – Murata, R.: Trans. of the ASME, Journ. of Engineering for Industry Febr. 1963. 33–38.
- [3] Dawidl, W. – Rix, W.: Zeitschrift Metallkunde 34 (1942). 149–159.
- [4] Altenwerth, F.: Abrieb und Phasengrenzflächenreaktion bei der Zerspanung an den Kontaktzonen und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung und dem Gefügeaufbau der Hartmetalllegierungen.

Dr.-Ing. Dissertation T.H. Aachen 1959.

- [5] Schaller, E.: Industrie Anzeiger 87 (1965) No. 9. 29. Jan.
- [6] Pálmai Z. – Tardy P. – Verő B.: GÉP 1972. No. 4. 143–150.
- [7] Opitz, H. – Schaller, E.: Untersuchung der Ursachen des Werkzeugverschleißes. 1966. T.H. Aachen, Nr. 1572.
- [8] Cook, N. H.: Trans. of the ASME, Journ. of Engineering for Industry Nov. 1973. 931–938.
- [9] Luo, X. – Cheng, K. – Holt, R. – Liu, X.: Wear, 259 (2005) 1235–1240.
- [10] Shaw, M. C. – Dirke, S. O.: Microtecnic 10 (4) (1956) 187.
- [11] Trigger, K. J. – Chao, B. T.: Trans ASME 78 (5) (1956) 1119.
- [12] Pálmai Z.: BKL Kohászat 104. (1971) No. 12. 552–555.
- [13] Pálmai, Z.: A new, physically defined function to describe the wear of cutting tools. Wear, 27 (1974) 251–258.
- [14] Usui, E. – Shirakashi, T.: Wear 100 (1984) 129–151.
- [15] Wicher, A.: Beitrag zur Erklärung der Bildung oxidischer Beläge auf Hartmetallwerkzeugen während der Zerspanung. Dissertation, Montanistische Hochschule Leoben 1965.
- [16] Pietikainen, J.: Acta Politecnica Scandinavica. Mech. Eng Ser. No. 55., Helsinki, 1975.
- [17] Pálmai, Z.: Wear, 38 (1976) 1–16.
- [18] Pálmai Z. – Temesszentandrás G.: BKL Kohászat, 113. (1980) No. 6. 237–246.
- [19] Lowack, H.: Temperaturen an Hartmetallwerkzeugen bei der Stahlzerspanung. Dissertation, Aachen 1967.

RIMASZÉKI GERGŐ – KULCSÁR TIBOR – KÉKESI TAMÁS

Elektrolitos ónraffinálás sósavas oldatokban

A primer forrásból származó nyersón nagyfokú tisztítására krezol-fenol-szulfonsav és kénsav elegyében és különleges inhibitor adalékok használata mellett végzett elektrolitos raffinálás helyett vizsgáltuk az egyszerű sósavas közeg ilyen célú alkalmazhatóságát. A szulfátos-szulfonsavas oldat drága alkotói helyett a megfelelően beállított kloridion- és ónkoncentráció, a szabályozott elektrolízis paraméterek, valamint periodikusan megfordított áram alkalmazása is eredményes lehet az ón leválasztására, amennyiben az oldat stabilitása biztosítható. Potenciodinamikus vizsgálatokkal megállapítottuk az alkalmazható körülményeket és galvanosztatis laboratóriumi kísérletek igazolták, hogy az egyszerű sósavas-ón-kloridos közegben is jó áramhatásfok érhető el, sőt kiváló tisztasággal és kezelhető kristályszerkezettel lehet kinyerni a technikainál jobb minőségű visszajáratott ónt.

1. Bevezetés

Nagy tisztaságú, a forrasztófürdők hígítására is alkalmas ónt az elektrolitos raffinálás biztosíthat [1]. Ezt a kevés helyen alkalmazott módszert a kénsavas-krezol-fenol-szulfonsavas elektrolitoldatok, valamint különleges szerves adalékanyagok felhasználása jellemzi [2]. Ez a rendszer képes a precipitációt és a katódfolyamatot megzavaró Sn(IV) képződést megakadályozni, valamint a leváló Sn szerkezetét megfelelően tömörre tenni, de a vegyszerek beszerzése túlzottan költséges és az alkalmazható áramsűrűség is viszonylag alacsony. Kedvezőbb feltételeket biztosíthat a sósavas elektrolitoldat. A komplexképzésen keresztüli természetes inhibíció hatása finomíthatja a katódos fémleválás szerkezetét, a jó oldhatóság megkönnyítheti az oldat előállítását és tágabb határt engedhet az összetételnek, valamint a katódfém olvasztásakor az elektrolitoldatból származó bezáródott klorid szennyezés gáz formájában eltávozhat. A gazdaságosság és a nagyobb tisztaság előnyeivel szemben az egyszerű savas oldatban képződő Sn(IV)

precipitációs hajlama és a katódfémre gyakorolt korróziós hatása jelenthet nehézséget. Ezért a sósavas ón-klorid oldatok stabilitását, a kialakuló ónionok átalakulásait vizsgáltuk előzetesen, melynek eredményei [3] ugyanebben a rovatban korábban már megjelentek. A megfelelő módszerrel készített elektrolitoldat több napon keresztül stabilan használható és a fémes ónnal történő érintkezésben fellépő ónkoncentráció-növekedés kompenzálásával, valamint az Sn(IV)/Sn(II) arány visszaszorításával a folyamatos használhatóság is biztosítható. Így érdemes volt részletes vizsgálatokkal felderíteni a tiszta, adalékmentes sósavas ón-klorid oldatban végzett elektrolízis alapvető jellemzőit. A tömörebb és tisztább leválás érdekében érdemes alkalmazni a periodikus áramirányváltás (PCR) technikáját is.

2. A raffináló elektrolízis kísérleti eredményei és értékelésük

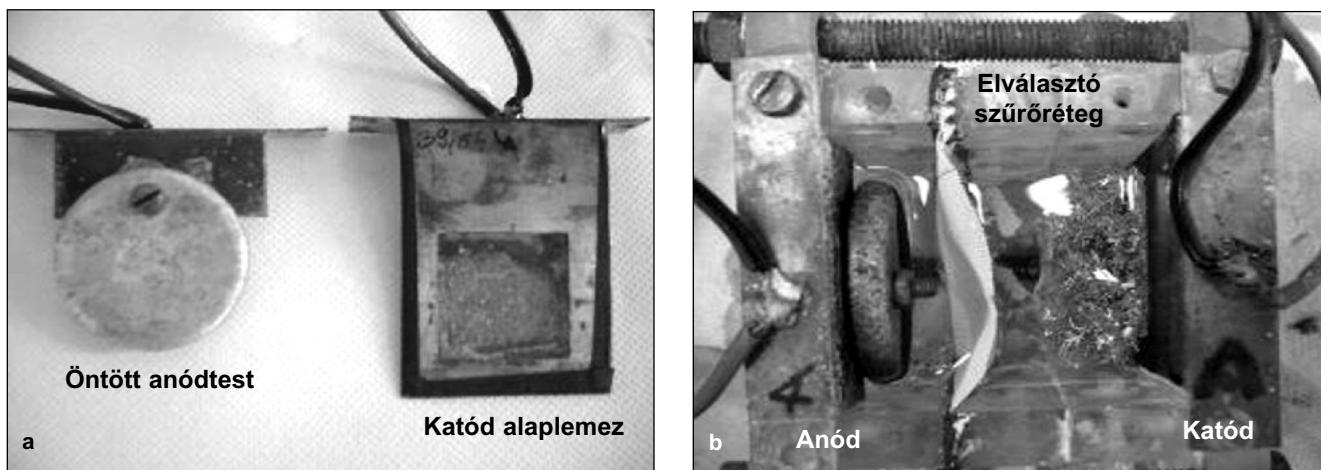
Az elektrolitoldat stabilitása fontos az eljárás gyakorlati alkalmazhatósága érdekében. Ezért a részletes kémiai stabilitási vizsgálatok után szükséges

volt az oldat összetételi változásait az elektrolízis menete során is vizsgálni. A kísérletekhez használt anódok elektronikai gyártóüzemekről kapott forrasztási ónhulladékok beolvasztásával készültek, a csúcs hatások kizárása érdekében kör szelvénnel kialakítva, kerámiaformába öntve. A katód alaplamez anyaga réz volt, melynek felületén egy 3 x 3 cm nagyságú központi aktív felület szabadon maradt. A fennmaradó katódfelületet lakkal és műanyag szigetelőszalaggal szigeteltük. Az elektródok képe a 1. ábrán látható. A réz alaplamezen előzetes elektrolízissel tömör ónréteget alakítottunk ki. A kísérleti berendezésben a 1. b ábrán látható két 150 cm³ térfogatú cellát alkalmaztuk sorba kötve, a párhuzamos kísérletek érdekében. A sűrű szövésű műanyag szűrőhálójával elválasztott anódtér térfogata kb. fele volt a katódtérnek.

Az elektromos áramot két ellentétes irányban bekötött szabályozott DC-tápegység szolgáltatta, melyeket felváltva kapcsolt a cellára a periodikus áramirányváltó (PCR) üzemmódot előállító számítógépes rendszer. A kísérleti cella működését a National Instruments NI-USB 6212 analóg-digitális interfésze és a LabView 8.5 adatgyűjtő és kiértékelő szoftvere segítségével folyamatosan ellenőriztük (2. ábra). A kísérletek során folyamatosan regisztráltuk a cellán átfolyó áram erősségét, valamint a cella aktuális feszültségét. Ezek alapján határoztuk meg a cellán átfolyt elektromos töltés mennyiségét, ami szükséges a katódos nettó (elméleti) áramhatásfok (H) alábbi képlet szerinti meghatározásához:

$$H = \frac{\Delta m_{\text{Sn}}}{\int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{t_1}{t_1 + t} I_+ - \frac{t}{t_1 + t} I_- \right) dt} \cdot \frac{2F}{118,71} \quad (1)$$

A szerzők életrajzát 2011/3. számunkban közzétettük.



■ 1. ábra. A kísérleti elektródok és az elektrolizáló cella kialakítása

ahol Δm_{Sn} a katód ($t_i \sim t_f$) időintervallumban mért tömegnövekedése, I_+ és I_- az idő függvényeként regisztrált előremeneti (pozitív), illetve a hátrameneti (negatív) irányú áram erőssége (az előremeneti idő t_+ , a hátrameneti t_-), F pedig a Faraday állandó (96458 As/mol). A gazdaságosság szempontjából természetesen a bruttó áramhatásfoknak van (H_{br}) értelme, amikor nem vesszük figyelembe azt, hogy az áram rövid időszakokra visszafelé is folyik és a (1) képlet nevezőjében a két tag összegződik. Az áramhatások számítása feltételezi a katódon semlegesített ónionok kettes töltését. Ez megfelel a kiinduló oldatnak, azonban az elektrolízis folyamán nem tekinthető pontosnak. Mindazonáltal ezt a „látszólagos” értéket lehet alapul venni a technológia fejlesztésekor.

Az előre- és hátrameneti áramok azonos erősségűek voltak és a meg-

felelő időtartamok aránya 20:1 volt. Ez a beállítás a réz elektrolitos raffinálásánál bevezetett PCR periódus-idők arányát tükrözte [4].

Az áramsűrűségnek alapvető jelentősége van a katódos önleválasztás hatékonysága, valamint a leválasztott fém minősége tekintetében. Emellett a termelékenységet is természetesen az alkalmazott áram erőssége szabja meg. Összetett hatásai miatt az alkalmazható áramsűrűségek tartományát érdemes a szabványos háromelektrodos polarizációs vizsgálócellában tisztázni. A katódos önleválasztás folyamatát különböző óntartalmú és 1 mol/l sósavat tartalmazó oldatokban fellépő katódos áramokkal lehet jellemezni. Ezeket az alapvető polarizációs méréseket egy számítógéppel vezérelt potenciosztát (Elektroflex – EF2104) alkalmazásával végeztük el. Az 1 cm² hasznos geometriai felületű ön

kezik ahol az Sn²⁺ ionok redukciójára szuperponálódik a hidrogénionok hirtelen és erősen meginduló semlegesítődése. A HCl koncentráció növelésével egyre kisebb abszolút értékű túlfeszültségeken tapasztalható az intenzív hidrogénleválás, ami behatárolja a katódos túlfeszültség, illetve áramsűrűség hasznosan alkalmazható tartományát. A 10 g/l óntartalmú oldatban az ón (telített kalomelre vonatkozó) egyensúlyi elektródpotenciálja függ a sósav koncentrációjától, az intenzív hidrogénfejlődés kezdeti túlfeszültségét (az ón egyensúlyi potenciáljához viszonyítva) szintén szerepeltettük az 1. táblázatban. A HCl-koncentrációt 0,5-ről 6M-ra növelve a használható túlfeszültség-tartomány negyedére csökken. A 4.b ábrán látható anódos görbék első hulláma után beáll egy részleges passzíválódás, de az ón oldódása a kialakuló erősségű felületi gátlásnak és a komplex ionok mozgékonyasági viszonyainak [5] megfelelő mértékben tovább folytatódik. Az 1 cm² felületre vonatkozó lehetséges anódos áramok már viszonylag kis sósavkoncentráció mellett is megfelelően nagy áramsűrűségeket mutatnak.

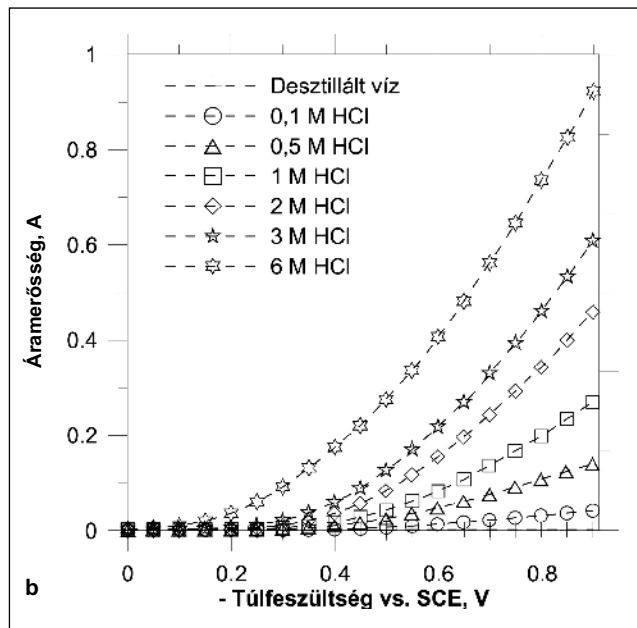
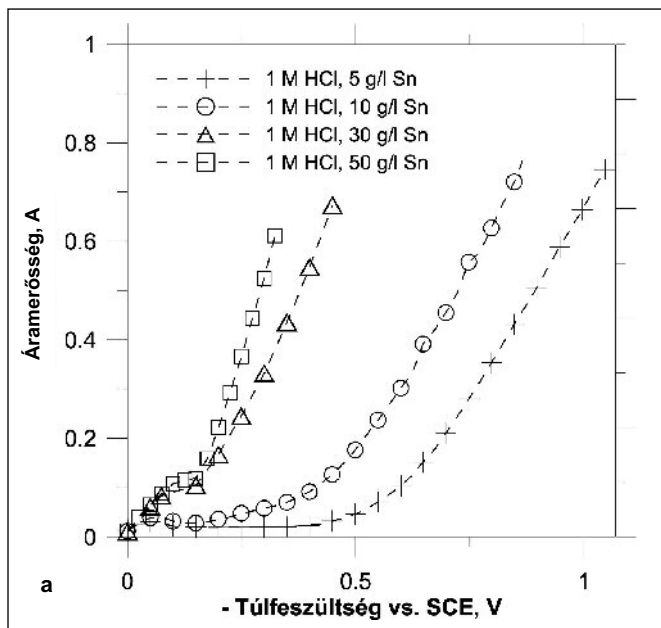
Az oldat stabilitását is biztosító sósavas közegben megfelelő ónkoncentráció is szükséges a hatékony fémleválasztáshoz. A 3.a és b ábra görbéit összevetve, 1M HCl oldatban például kb. 0,3 V katódos túlfeszültségig jelentős, akár 100 mA/cm² nagyságrendű látszólagos áramsűrűség is elérhető. Az áramsűrűség valós értéke azonban erősen függ a rendezetlen szerkezetű katód állapot-



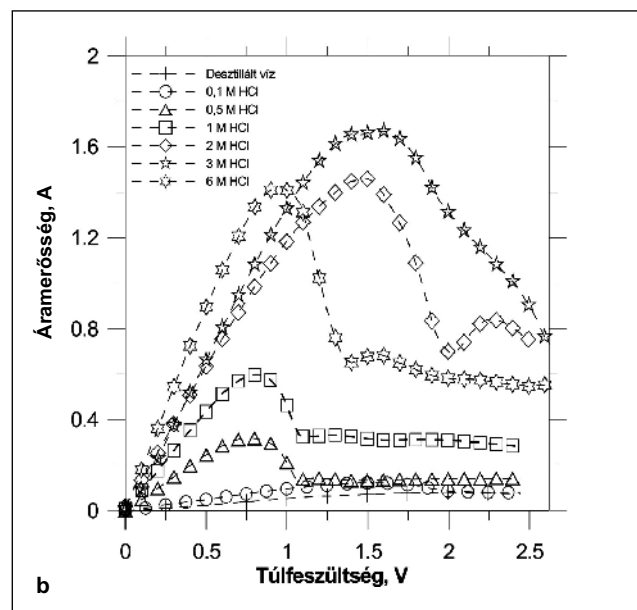
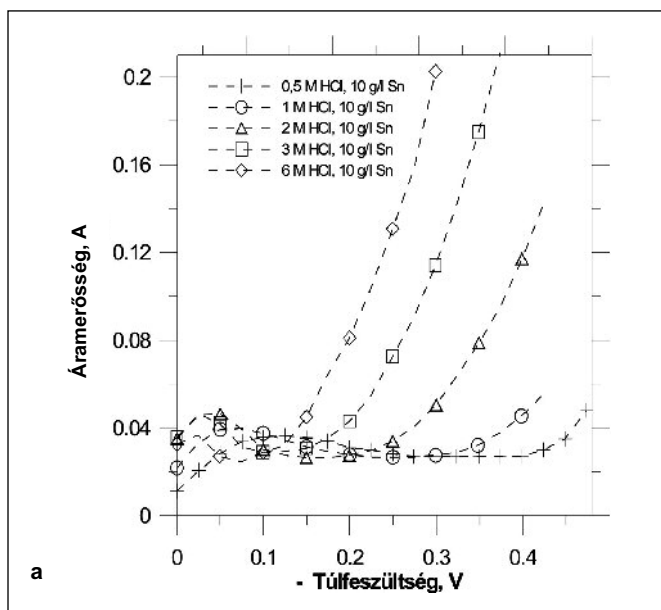
■ 2. ábra. A számítógépes adatgyűjtő-áramvezérlő rendszer kialakítása

munkaelektrod, platina ellenelektrod és a telített kalomel referencia elektródok egy szabványos polarizációs mérőcellába merültek. A 3. ábrán az ón, illetve a hidrogén leválására vonatkozó polarizációs görbék láthatóak.

A 4.a ábra a 10 g/l ónt tartalmazó oldatok katódos polarizációs görbéit mutatja. Az ón határáram szakasza után ismét egy növekvő szakasz követ-



■ **3. ábra.** Katódos polarizációs görbék különböző ónkoncentrációk és a sósav-koncentrációk mellett 1 cm² hasznos geometriai felületű munkaelektrodon, **a** – növelt ónkoncentráció mellett 1 M HCl oldatokkal, **b** – tiszta sósavas oldatokkal

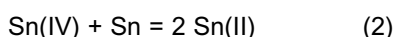


■ **4. ábra.** Katódos (**a**) és anódos (**b**) polarizációs görbék különböző sósav-koncentrációk mellett 1 cm² hasznos geometriai felületű munkaelektrodon

1. táblázat. Az ón egyensúlyi elektrodpotenciálja (telített kalomel referenciára) és az intenzív H₂ fejlődés kezdetének túlfeszültsége a sósav-koncentráció függvényében (10 g/l Sn, 20 °C)

c _{HCl} , mol/l	0,5	1	2	3	6
E _i , V vs. SCE	-0,482	-0,524	-0,55	-0,583	-0,634
Túlfeszültség, V	-0,418	-0,326	-0,23	-0,167	-0,106

tától. Az elektrolitos raffinálás hatékonyságát a katódos leválás és az



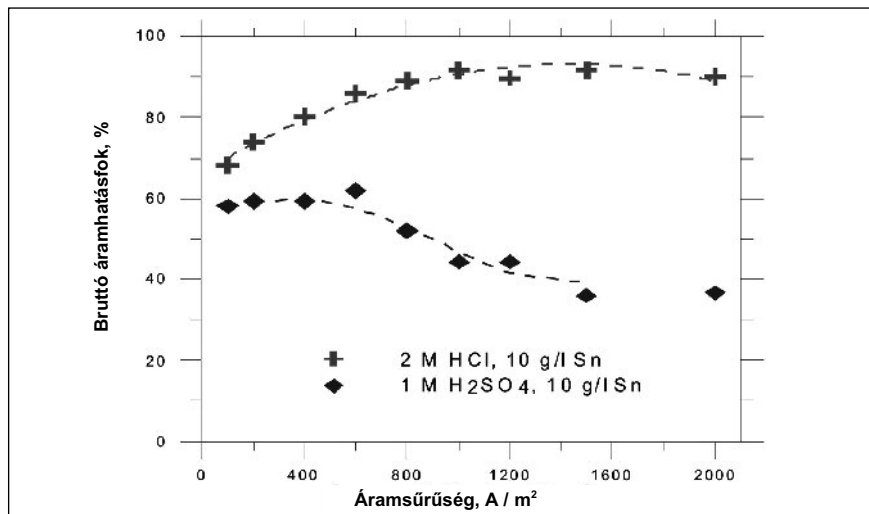
reakcióval jellemezhető katódkorrózió viszonylagos sebessége határoz-

za meg. Az előbbi az ónleválasztás áramsűrűségétől, az utóbbi az oldat jellemzőitől függ. Kis áramsűrűségek esetén a jelenlévő Sn(IV) ionok fémre visszaoldó hatása, túl nagy áramokon pedig az erős polarizáció miatt a hidrogénionok, vagy más ionok re-

dukciója csökkentheti az áramhatásfokot. A gyakorlatban a katódos leválasztás hatékonyságát a bruttó áramhatásfok látszólagos áramsűrűség szerinti ábrázolásával ítéltethetjük meg. Az 5. ábra az 1M H₂SO₄ és a kémiailag ezzel egyenértékű 2M HCl-t és 10 g/l ónt tartalmazó frissen készített oldatokban végzett 1 órás elektrolízisekkel kapott párhuzamos kísérletek átlageredményeit mutatja. A sósavas elektrolitoldat jelentősen nagyobb áramhatásfokot tett lehetővé, mint a kénsavas alapú oldat, különösen a

gyakorlat számára fontos nagyobb áramokon. Az adott körülmények között leválasztott katódok szerkezetére a 6. ábra makrofelvételei utalnak. Az eredmények tükrözik az oldási technikától függően kialakuló káros Sn(IV)-koncentrációt, ami a királyvizes törzsoldaton keresztül készített kénsavas oldatokban jellemzően nagyobb. A tetravalens ón ionok redukciójával a hatékonyság is növelhető. A sósavas oldat esetében, a várokozásnak megfelelően, nőtt a hatásfok az áramsűrűséget növelve. Az áramkihasználás azonban kb. 1000 A/m² látszólagos áramsűrűség felett már itt sem emelkedett tovább, ami a 3.b ábrán szemléltetett hidrogénleválás növekedő részarányával függ össze. A kénsavas esetben az áramsűrűség erős növelésekor még csökkent is a katódos áramhatásfok, ami az anód-folyamat zavarára utal. Nagy valószínűséggel ez az anód passzíválódásával, az ón oldódásának a visszaszorulásával és az Sn(IV), illetve az SnO₂ képződés fellépésével hozható összefüggésbe.

Önmagában már ezek a működésre vonatkozó eredmények is indokolják a kitűzött cél, a sósavas közegek alkalmazásának a helyességét. A levált Sn szerkezete ugyan nem éri el a rézelektrolízisnél megszokott tömörséget, de megfelelő technikával meg-



■ 5. ábra. A bruttó áramhatások a geometriai katódfelületre érvényes látszólagos áramsűrűség függvényében sósavas és kénsavas oldatokkal (PCR 20:1)

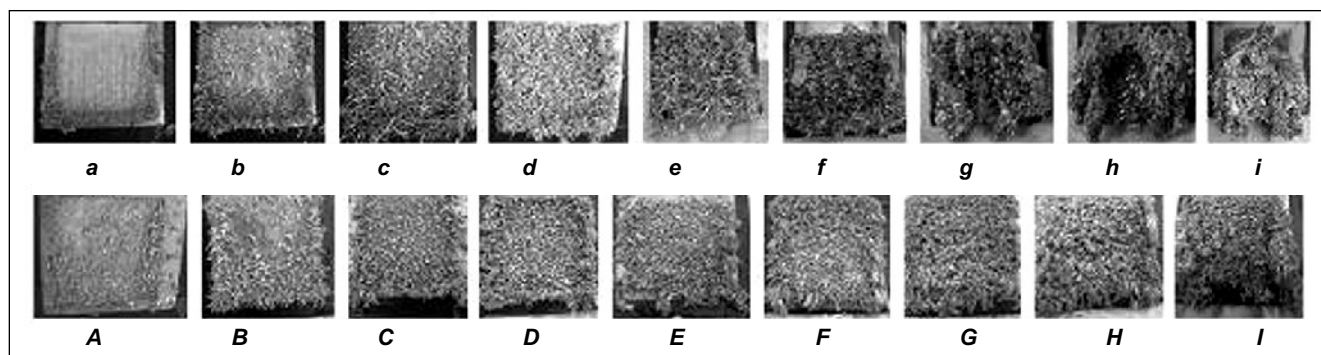
akadályozható a túlzott méretű dendrites kinövések fejlődése. Az alkalmazott szűrőszövet diafragma megfelelően visszatartja az anód felületéről esetleg elszabaduló iszapszemcséket és a katód felől kinyúló dendriteket az ellentétes polaritású elektród környezetébe jutástól. Továbbá, a leválasztott ón könnyen eltávolítható a katódlemez felületéről.

A fő cél, a tisztítás szempontjából a művelet eredményességét az ónhulladékból öntött anódok és a katódfelem összetételét az elektrolízis folyamán vett minták elemzett össze-

tételét összehasonlító 2. táblázatból lehet megítélni. A katódon levált fém tisztasága, különösen a kritikus szennyezőelem, a réz tekintetében haladja meg a szennyezett kiinduló anyagét. Az ezüst is hatékonyan dúsul az anódiszapban. A kezdeti viszonylag nagyobb ezüstleválás a frissen készített elektrolitoldat ezüsttartalmából adódik. Hasonlóan jó a vas-, a nikkel- és az ólomszennyezés eltávolításának a hatásfoka. A többi szennyező a kiinduló anyagban is kis koncentrációt jelentett.

2. táblázat. A szennyezett anód és a tisztított katódfelem összetétele az elektrolízis folyamán

Anyag	Szennyezőkoncentráció, %								Össz.
	Ag	As	Bi	Cu	Fe	Ni	Pb	Sb	
Anód	0,4903	0,0005	0,0600	0,2006	0,0051	0,0075	0,0153	0,0005	0,7798
Katód 2h	0,0301	0,0001	0,0018	0,0097	0,0013	0,0001	0,0008	0,0004	0,0442
Katód 21h	0,0063	0,0000	0,0023	0,0077	0,0056	0,0003	0,0022	0,0006	0,0250
Katód 48h	0,0087	0,0000	0,0031	0,0110	0,0039	0,0005	0,0033	0,0005	0,0309



■ 6. ábra. A katódos leválás változása a látszólagos áramsűrűség függvényében
(a –i: 100; 200; 400; 600; 800; 1000; 1200; 1500; 2000 A/m², 2M HCl,
A –I: 100; 200; 400; 600; 800; 1000; 1200; 1500; 2000 A/m², 1M H₂SO₄)

3. Összefoglalás

A katódos leválás feltételeit polarizációs mérésekkel vizsgáltuk, és igazoltuk a folyamat megvalósíthatóságát. A gyakorlatban elérhető hatékonyságot hosszabb idejű elektrolízissel derítettük fel. Az eredmények kimutatták a sósavas oldat jelentős előnyét a tiszta kénsavassal szemben. Megfelelő áramsűrűség és periodikusan megfordított áram alkalmazásával elérhetőnek bizonyult akár 90%-os bruttó áramhatások is. A katódos önleválás szerkezete viszonylag laza. Ezen nehézség azonban megfelelő elektrolitösszetétel-szabályozással, valamint a katódfehérítő tömörítését biztosító technikával kezelhető. A katódos leválasztott ón könnyen eltávolítható az

alaplemezről és az oxidációt elkerülő módszerrel hatékonyan beolvasztható. Az analitikai eredmények a tisztítás jó hatékonyságát igazolják. A leválasztott fém nemcsak a forrasztási önfürdők frissítésére alkalmas, hanem megfelelhet a technikainál nagyobb tisztaságot igénylő felhasználások céljára is.

Köszönetnyilvánítás

A munkát a REG_EM_KFI_09 (2009) bejegyzésű „Önhulladék feldolgozására, tisztítására és ártalmatlanítására alkalmas technológia kifejlesztése és optimalizálása” c. projekt keretében az NKTH támogatja. A kutatás megvalósításához támogatást nyújtott a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 program.

Irodalom

- [1] Halsall, P.: The Refining of Tin, Metall, 43 (1989) 131–136.
- [2] Mackey, T.: The Electrolytic Tin Refining Plant at Texas City, Texas, J. Metals, June 1969, 32–43.
- [3] Rimaszéki, G. – Kulcsár, T. – Kékesi, T.: Forrasztási önhulladék hasznosítása sósavas oldatok alkalmazásával, BKL Kohászat 144. évf., 2011/3. szám, 29–33.
- [4] Kékesi, T.: A pólusváltásos (PCR) technológia hatása a réz elektrolitotos raffinálásakor fellépő túlfeszültségekre. BKL Kohászat, 125. évf., 7/8 (1992), 303–306.
- [5] Erdey-Grúz T. – Schay G.: Elméleti fizikai kémia II. 1954, pp 600–610.

A Fémszövetség rendkívüli közgyűlése

Magyar Fémhulladék Forgalmazók és Feldolgozók Szövetsége 2011. szeptember 21-én tartotta rendkívüli közgyűlését Badacsonyörsön az Inter-Metalex Kft. Oktatási Központjában. Vincze Gábor elnök köszöntötte a megjelenteket (1. kép), majd Vámosi Oszkár, az Országos Hulladékgazdálkodási Ügynökség (OHÜ) igazgatója adott tájékoztatást az új szervezetről. Előadásában az Országos Gyűjtési és Hasznosítási Terv (OGYHT) bázisán mutatta be a korábbi „termékdíj-rendszert” felváltó új rendszer pilléreit, tervezett bázisszámaikat, bevételi és kiadási oldalainak fő számaikat. Részletesen beszélt a fém csomagolóanyagok és az akkumulátor hulladékok, valamint az elektromos- és elektronikai hulladékok kezelésével kapcsolatos termékdíj elképzelésekről, amelyeknél a piaci szempontok fokozott érvényesítését tervezik. Előadását hozzászólások és észrevételek követték.

Sárosi Eszter (HOE) tájékoztatást adott a 2011. október 9-én életbe lépő „End of waste” (hulladék-státusz vége) minősítés acél, alumínium és réz anyagokra vonatkozó EU irányelvnek a hazai másodnyersanyag-forgalomra gyakorolt várható hatásáról. Ez drasztikus változást nem okoz, de célszerű a minősítés

következtében már alapanyagként kezelhető hulladékok arányát fokozatosan növelni, bővíteni, különösen, ha ez a vevők érdekét és igényét is szolgálja.

Jeff Kimball (Loacker Kft.) ismertette az utolsó Eurometrec-tanácskozás legfontosabb információit, a fordított ÁFA további bevezetését (amelyet az EU-ban már csak három tagország nem alkalmaz), a fémhulladékgyűjtés mint „önálló tevékenység” adóztatására vonatkozó terveket (az egyéni hulladékleadók, a „lomizók” adókörbe vonása, a készpénzben való fizetés visszaszorítása stb.). Ismertette a nyár folyamán a NAV-val folytatott egyeztetések témáit.

Ezt követte a néhai Máthé Imre alelnök helyébe lépő új alelnök megválasztása. A megválasztott új alelnök, Jeff Kimball megköszönte a bizalmat, és kreatív együttműködést, fokozott aktivitást kért a tagvállalatok képviselőitől.

Vincze Gábor elnök és Szablyár Péter ügyvezető titkár ismertette a Miskolci Egyetemen újból kiírt



■ 1. kép. Vincze Gábor elnök köszönti a megjelenteket

„Hulladék” szópályázatot. Az eredményhirdetésre a november 18-án megrendezendő Fémkohászati Napon kerül sor.

Az „Egyebek” napirendi pont keretében Horváth Ferenc, a HOE Vas- és színesfém Szakosztály elnöke megköszönte a meghívást, örömdíjakkal tartotta a HOE és a Fémszövetség évek óta tartó szoros, jó együttműködését, és annak eredményes voltát a jogalkotás és az érdekvédelem területén. A rendkívüli közgyűlés Vincze Gábor elnök zárszavával ért véget, meghívva a jelenlévőket egy ebédre és egy pincelátogatásra a Varga Pincészet korszerű feldolgozó és palackozó üzemébe.

✍ Szablyár Péter

Jubileumi Szakmai Nap Hódmezővásárhely-Mindszent

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Kecskeméti Helyi Szervezete Tiszántúliak Társasága 2011. szeptember 23-án 10. alkalommal szervezte meg Szakmai Napját. Ezúttal a szilárdanyag-bányászat termékeit feldolgozó hazai szaniter- és cserépedénygyártás fellegvárába, Hódmezővásárhelyre látogattak el az érdeklődők.

10.30-tól gyülekeztek a szakemberek a Villeroy & Boch Magyarországi Kft. raktáregységének tárgyalójában, mely épület eredetileg sportcsarnoknak készült, és néhány kollégánk használója is volt ennek a létesítménynek (1. kép).

A gyár termelésvezetője, *Gazdag József* tájékoztatta az 50 főnél több megjelentet a gyár 1965-óta eltelt történetéről, amikor is az Alföldi Porcelángyár alapkövét lerakták a Finomkerámia Művek keretei között. A gyár energiaszükségletének alapja az algyői földgáz volt. Kezdetben edénygyártással, padlólap készítéssel, szanitergyártással és majolikatermékgyártással foglalkoztak. 1992 óta a Villeroy & Boch konszernhez tartozik a gyár, amely cégcsoport 260 éves múltja tekint vissza. 2007. november 1-jétől Villeroy & Boch Magyarország Kft. néven jegyzik a céget. A privatizációt követően, profiltisztítás és jelentős termék- és technológiafejlesztés következett be. Ma már kizárólag szanitergyártással foglalkoznak, és ezen belül már van olyan termékcsalád, amit a konszernen belül csak itt gyártanak. Az elmúlt években jelentős beruházás történt, amellyel a kapacitást 1,5-1,6 M db-ra növelték. Termékcsaládtól függően, ma 1,25 M db terméket gyártanak. A gyár 2,5 Mm³ földgázt használ fel a gyártásközi állandó hőfoktartásra és a termékszárazításra, kiégetésre.

A termékekhez sajnos hazai eredetű kaolint, agyagot, homokot és gipszet – az inhomogén minőség miatt – nem tudnak felhasználni. Az alapanyagok hajón jutnak el a csepe-li kikötőbe, onnan tengelyen érkeznek Hódmezővásárhelyre. Az erdélyi Lugoson lévő gyárunk részben romániai alapanyagokból dolgozik.

Céljuk a környezetkímélő, víztakarékos szanitergyártás. A terméktervezést a német Metlok dizájn cég tervezői végzik.

Egyik újdonságuk a Melina fürdőszoba- és kádcsalád, amelyet 2011 szeptemberétől gyártanak teljes repertoárban. Az új termékeket Easyplus fantázianevű sav- és lúgálló zománcal látják el, amely sima, tömör és karcmentes felületet ad, könnyű, tisztítószerszentes tisztítást tesz lehetővé, mivel szennyeződéstaszító hatása van. Így nincs szükség környezetkárosító vegyszerhasználatra. A selejtráta a többszöri gyártásközi ellenőrzés eredményeként a 10%-ot sem éri el. A termék gyártásában résztvevő személyek az alkalmazott gyártmánykísérő kódrendszer segítségével azonosíthatók. 2002 óta 10 év garanciát vállalnak a termékekre. Hódmezővásárhelyen saját szakmunkásképzést vezettek be, ahol kiemelten kezelik a gyakorlati képzést a tanműhelyi gyártás megszervezésével. A gyárat két csoportra osztottan 2-2 fiatal kolléga mutatta be a résztvevőknek.

A gyár éttermében elfogyasztott ebéd után rövid városnézés következett, *Széll Pál* és *Kiss Molnár Imre* szakavatott vezetésével.

Ezt követően egy porcelán- és cserépedény-készítő vállalkozást, a Garai Kerámia Kft.-t kereste fel a társaság, ahol *Garainé Mária* tulajdonos mutatta be a vállalkozást, majd a korongozással és a termékfestéssel ismerkedtek meg a kollégák. Lehetőség nyílt az udvaron felállított, csak részünkre előkészített, villamosmotor hajtású korongozást kipróbálni. Erre csak *Csutak István* kohómérnök kolléga vállalkozott, aki többszöri kísérlet eredményeként egy tálkát készített.

Mindszentre érven a városháza dísztermében *Zsótér Károly* polgármester megívásának tettek eleget a résztvevők, ahol a helyi Civil Televízió riportot készített *dr. Nagy Lajos* OMBKE elnökkel, *Dánfy Lászlóval*, a helyi szervezet elnökével, *Széll Pállal*, Tiszántúliak Társasága vezetőjével és *Zsótér Károly* polgármes-

terrel. A figyelmes kiszolgálásról a polgármesteri hivatal csinos munkatársai gondoskodtak, és maga a polgármester úr, aki megkínálta a résztvevőket a sajátfőzésű barackpálinkájából is. A köszöntő és városismertető beszédek után a résztvevők megtekintették a helytörténeti gyűjteményt, majd a szomszédos Birkacsárdában fogyasztották el a vacsorát. Ezt követően kezdetét vette a Tiszántúliak Társaságát Méltató Jubileumi Szakestély *Dánfy László*, alias *Bubu* vegyész mérnök elnöksége, *Bognár Gábor*, alias *Pagát* erdőmérnök háznagysága, *Csúrgó Lajos*, alias *Ifjúmadár* kohómérnök és *Kindl Norbert*, alias *Jose* erdőmérnök nota-bírósága, *Csutak István*, alias *Csutak* kohómérnök balekcsőszködése mellett. Az est hivatalos italáról *Széll Pál*, alias *Izaura* gépészmérnök garatorként gondoskodott az egybegyűlteket egyértelmű meglepésére. Az elnöki felvezetésben *Dánfy László*, alias *Bubu* ismertette a helyi szervezet 1975 óta végzett tevékenységét. Az est első részében megemlékeztek a közelmúltban elhunyt azon OMBKE tagokról, akik rendszeresen és barátságilag részt vettek rendezvényeinken. A harangjáték utáni rövid gyászszakestélyen az elnök korszát tört nemrég elhunyt lelkes tagunk, *Bánfi János*, alias *Krónikás* technikus emlékére. A Komoly Pohár hozzászólásban *dr. Nagy Lajos*, alias *Hegymászó*, OMBKE elnök értékelte a Kecskeméti Helyi Szervezet és azon belül a Tiszántúliak Társasága eddigi tevékenységét, és felvázolta az OMBKE-nek a hazai műszaki tudományos közéletben lehetséges szerepét. A Vidám Pohárban *Kiss Csaba*, alias *Balhás Charley* téziseit hallgatta a társaság kitörő örömmel. Az est fénypontjaként, a balekkeresztelő során *Széll Pálné* tanárnő vette fel az alias *Palimadara* vulgo nevet, annak elismeréseként, hogy minden rendezvényen lelkes segítőtársa volt férjének, alias *Izaurának*. Természetesen a hölgyet előtte fiúsították annak rendje-módja szerint. A selmeci nóták gyakori intonálása és a különböző felszólalások után a szakmai, a szé-

kely, valamint a magyar himnuszok után, a hivatalos részt lezárták. A tánccal is fűszerezett baráti találkozó hajnalig tartott, amikor a kitartó résztvevők is nyugovóra tértek, hogy erőt mérítsenek a másnapi turisztikai programhoz.

Szombaton Szegedre látogattak a résztvevők. Megtekintették az 1905-ben épült vasbeton víztornyot a felújított Szent István téren. A Foucault-inga alatt négy fokra fordult a Föld, amíg felmáshztak és visszajöttek a toronyból. A városnézésen *Beliczai István*, alias Erdőmérnök volt az idegenvezető. A program Mórahalmon fürdőzéssel folytatódott és az Útkaparó Csárdában elfogyasztott vacsorával ért véget.

Vasárnap Mártélyon a Holt-Tisza megtekintésével kezdődött a nap. Hédi Sörözőjéből indult a csapat a



■ 1. kép. A Szakmai Nap résztvevői a gyár előtt

Geo-ökológiai tanösvényen. Láthaták a mederkiszáradás utáni „halott erdőt”, a védett, ritka vízinövényeket, a zsiliprendszert és a megtanulhatták a „fok” fogalmát.

A Mindszenti Élő-Tisza parton lévő Bütyök Csárdában ebédelt a megfá-

radt csapat. Útban hazafelé még benéztek Szegváron Gyenes mester laboratóriumába. Ezzel véget ért a három napos szakmai, kulturális, természetbarát program.

Dánfy László és Széll Pál

Ünnepi szakestély a Fémkohászati Szakosztály fehérvári helyi csoportjánál

Lapunk ez évi 3. számában már írtunk arról a megemlékezésről, amelyet június 16-án tartott az Alcoa Kőfém (mint jogutód), a Székesfehérvári Könnyűfémű alapításának 70. évfordulója alkalmából. (1941. június 25-én írták alá a Székesfehérvári Könnyűfémű alapításának dokumentumait). A megemlékezést kezdeményező OMBKE két előadása hangzott el a szakmai napon a gyár fejlődéséről, és az OMBKE, valamint a selmeci hagyományok szerepéről a vállalat sikereiben. A zsúfolt program miatt akkor nem volt lehetőség kötetlenebb rendezvény tartására, és csoportunk tagjai is csak korlátozott számban voltak jelen.

„A gyáralapítás emlékére” címen rendezett ünnepi szakestély ezt a hiányt pótolta. Összejöttek a tagtársak, hogy együtt nevetve vagy könnyes szemekkel emlékezzenek a már elhunyt és élő kollégákra, igazgatók-



A szakestély emlékére készített kitzűző rajza

ra, főmérnökökre, a gyárfejlesztés időszakaira. Természetesen a középkorú és a fiatalabb generáció is csatlakozott a visszaemlékezésekhez, így ma már anekdota számba menő történetek elevenítették fel az alcoás indulás nehézségeit, a három ameri-

kai igazgató tevékenységét is. Mindez reményt adhat arra, hogy a generációváltás folyamatos, a fiatalok megismerték a selmeci hagyományoknak a Kőfém keretei közötti továbbélését, vállalati közösség építő erejét, és örömmel élnek együtt velük.

Több hozzászóló kiemelte az OMBKE és a KŐFÉM sokéves, egymást segítő együttműködését – konferenciák, előadások, szakmai napok, kirándulások, bálók, szakestélyek stb. – amely mindkét fél számára gyümölcsöző volt, és a jelenlevők reménye szerint marad is.

A szakestélyt megtisztelték a kecskeméti helyi csoport tagjai, valamint gépész, bányász és erdész tagtársak is, akik értékes hozzászólásaikkal és nem kevésbé értékes házi pálinkával járultak hozzá a jó hangulathoz.

Kórodi István

SOHAJDA JÓZSEF – LÁDAI BALÁZS

Srapnelgolyóktól a Moby Dick-ig

Százéves a vasöntvénygyártás Csepelen. 1911–1985.

Írásunk címében nem az „értől az óceánig” fejlődést kívánjuk sugallni, hiszen a csepeli öntvénygyártás évi harmincezer tonnás teljesítménye valószínűleg már sosem ismétlődik meg. Jelezni akarjuk azonban, hogy a mai tevékenységünk egy évszázados múlta visszatekintő gyártási kultúra eredménye, amelyben immár a negyedik generáció adja tovább tapasztalatait az utána következőknek. Nem készítünk mérleget arról, hogy az öntött termékek előállítása a gyár történetében mely korban állt világszínvonalon, vagy annak közelében, mert azt a racionális Weiss Manfréd-i alapelvek képviseljék, hogy a mindenkor gyártási kultúra annyit ér, amennyire termékeinek vásárlói értékelik. Írásunk tisztelettel adózik tanítómestereinknek, a gyár még élő és testében rég elporlott mérnökeinek, munkásainak, gazdasági szakértőinek, egyszóval szakembereinek, akik munkájukkal és szellemükkel megalapozták, lehetővé tették mai szaktudásunkat és ezáltal megélhetésünket.



■ 1. ábra. Weiss Manfréd, felesége Wahl Alice és gyermekeik: Elza, Marianne, Jenő, Alfonz 1893-ban

A gyáralapítástól a trianoni békediktátumig (1892–1920)

Baruch Weiss csehországi pipakészítő mester bizonyára álmában sem gondolta, hogy unokái, Berthold és Manfréd a cs. kir. hadsereg szállítójaként 1882-ben engedélyt szereznek „szelencében eltartható húskonzerv” előállítására, az Első Magyar Konzerv Gyár Lövölde téri, majd Soroksári úti létrehozására, és arra sem, hogy harminc év múltán az ország legnagyobb hadiüzemét működtetik. Az ügyes és hatékony üzletpolitikát folytató testvérek 1882-től megszervezik a konzervdobozok gyártását, majd az idénymunka szüneteiben töltények szétszerelésével és újratöltésével foglalkoztatják munkásaikat. Egy robbanás következtében a két üzletág szétválik, és 1892-ben a Csepel-sziget északi részére költöztetik a tölténygyárat. Innen számítják a csepeli gyár alapítását. A mai Szent Imre tér körzetében elhelyezkedő Csepel falutól bérlik ki az ötholdas ún. János legelőt, ahol favázás épületekben megalapítják a Weiss Manfréd Lőszergyárat. A hadsereg felső vezeté-

sével és a Monarchia legfelső köreiből igen jó kapcsolatokat ápoló testvérek ekkor már bankokban, malomokban és textilgyárakban is részvényesek. Az 1890-ben a hazai ipar támogatására megalapított Magyar Ipari és Kereskedelmi Bank igazgatótanácsában Weiss Manfréd (1. ábra) is helyet kap. Miközben a háborús konjunktúra kezdetén, 1896-ban már 400 főt foglalkoztatnak, Berthold képviselő lesz és kiválik a cégből.

A pesti kereskedelmi akadémiát végzett Weiss Manfréd (1857–1922)

iparfejlesztését az állam jelentősen támogatja. Korán felismeri, hogy lőszergyárat függetlenítenie kell a nyersanyagpiactól, ezért újabb 55 holdat vásárol Csepelen, és 1896-ban megalapítja a féművet, hogy a sárgaréz alapanyagot saját rézolvastójában és fémhengerművében állítsa elő. 1897-ben a gyár nevét Weiss Manfréd Acél- és Féművei Rt.-re változtatja, amelyet az államosításig meg is tart (2. ábra).



■ 2. ábra. A Weiss Manfréd Acél- és Féművei Rt. a századforduló környékén



■ 3. ábra. Lőszergyári vasöntők 1912-ben

1910-ben a nemrég még poros, kis Csepel falu lakossága tízezer főre duzzad. Addigra termel a kovácsműhely, valamint működik már a járműgyár is, amely a hadsereg részére főzőkocsikat, sütőkemencéket állít elő.

A hadiszállítások biztonsága miatt az önellátás, a vertikum megteremtése a cégvezetés célja. Ennek jegyében épül fel 1911-ben az acélmű két, generátorgázzal fűtött, 10 tonnás martinkemencével és hengerekkel. A csepeli vas- és acélöntészet is ebben az évben veszi kezdetét, mert az acélmű területén egy 600 mm átmérőjű kupolókemencét is felállítanak, és felveszik az első öntömestereket és mintakészítőket. Míg az acélmű hengerelt lemezt gyárt tűzérési lövegekhez, addig az itt működő öntőde főként a gyárfejlesztés öntvényigényét látja el. Termelése az első évben 1215 tonnára rúg. Az 1912-ben készült felvételen (3. ábra) már 56 alkalmazott látható. Az I. világháború kitörésének évében az acélműben újabb két, 800 mm belső átmérőjű kupolókemencét állítanak fel, és áttérnek a három műszakos termelésre.

Az önálló telephelyű vasöntőde létrehozását 1915-ben a hadiszállítások növelése indokolja, egyben ez évtől számítjuk az új öntőműhely köré kiépülő későbbi vas- és acélöntőde szakadatlan fejlődését a következő 70 évben. Az első öntőcsarnokban srapelgolyókat öntenek fehértörötű öntöttvasból. Itt másodnaponként váltva egy-egy 600-as kupolókemence üzemel. A golyókat szekrény nélküli nyersformázással készítik. Egy

1917-es műszaknapló termelési adataiból következtetve fűtőtési technikát alkalmaznak. A lesúlyozott nyersformákat vonszolt kocsik lapjára helyezve juttatják az öntőhelyre, majd a kirámolt fűtőket dobszítában töriktisztítják. Ez a technika a későbbi konvektoros öntés alapját képezi.

Az öntőde mellé 1915-ben épített emeletes épületben – ez lesz a későbbi igazgatósági épület – mintakészítő műhelyt és mintaraktárt hoznak létre. 1917 nyarára készül el a későbbi 1. sz. vasöntőde korszerű, vasbeton vázas üzemcsarnoka (ma ipari műemléki védelem alatt áll), ahová az addig az acélműben termelő vasöntődét helyezik át. Itt 3–7 tonnás állványok és 2–3 tonnás lendítőkerek is készülnek a hengermű és az időközben létrehozott csőgyár részére.

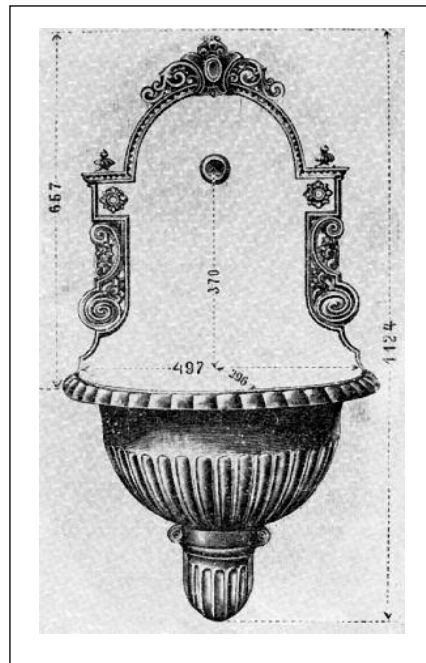
A világháború végén a Weiss Manfréd Vas- és Féműve Rt. az Osztrák–Magyar Monarchia második legnagyobb hadiüzeme. Vagyontát a General Biztosító 100 millió koronára értékeli. A gyáróriásban 250 hektáron 216 épületben 28 000 munkás dolgozik. Erzsébetfalva és Csepel között vasút közlekedik, a gyárnak saját iparvágánya van, a termelést anyagvizsgáló laboratórium és tervezőiroda segíti. Üzemi kaszinó, kórház, cse-csemőthron, óvoda épül, háborús segélyhely működik. A WM-műveknek már 1908-ban üzemorvosai voltak.

A fejlődés azonnal megszakad a kapitulációval. A Budapestet megszálló román csapatok 1918-ban elhurcolják a gyáróriás berendezéseinek többségét, a teljes áru- és nyersanyagkészletet. Az embervesztésé-

gek és a rendelési hiány miatt a dolgozók száma 6000-re csökken. Az 1919-ben létrehozott tanácskormány a gyárat államosítja. Művének összeomlását látva Weiss Manfréd ekkor öngyilkosságot kísérel meg. Bécsbe viszik, ahonnan hosszú kórházi kezelés után 1920-ban tér haza. Addigra a trianoni békediktátum értelmében az ország elveszti vasérclelőhelyeinek 80, vas- és fémiparának 50, vasútvonalainak 60%-át. A nyersvas- és acéltermelés az 1913. évi 1,4 millió tonnáról 640 ezer tonnára csökken.

Az újjáépítéstől a II. világháború végéig (1921–1945)

1921 nyarától a gyár kényszerből békeáruk előállítására áll át, amit a Bethlen-kormánytól kapott tőkeinjekció és állami megrendelések tesznek lehetővé. A talpra állást mezőgazdasági eszközök és kisgépek gyártása és értékesítése jelenti. Az acélműben működő acélöntőde és a golyóöntőde mezőgazdasági szerszám- és gépalkatrészek (ekék, szecskavágó- és vetőgépek, répvágók, darálók, kukoricamorzsolók stb.) alkatrészeinek öntésére tér át. Megindul a lábasok, falikutak, vasalók gyártása is. A húszas évek elejének termelése főként a vasöntődére támaszkodik, amely azonnal értékesíthető tömegcikkeket bocsát ki.



■ 4. ábra. Öntött falikut az 1920-as évek elején

Az új gyártmánycsoportként megjelenő zománcozott termékek (konyhai falikagylók, tűzhelyek, WC-, mosdó- és mosogatógagylók, falitámaszok, később fürdőkádak) tovább bővítik a termékskálát (4. ábra). A termelés kezdetben a golyóöntődében folyik, ahová fordítólapos és formakiemelő formázóasztalokat telepítenek a konveor helyére. 1920-ban megindul a fehértőretű tempervasból gyártott csőidomöntvények termelése is az addigi mintaraktár helyén.

1922 novemberében Weiss Manfréd agyvérzésben meghal. Vagyonát nyolc részre osztja, de a WM-művek egyben tartását írja elő (5. ábra). Az irányítást fiai, *Alfonz* és *Jenő*, és egyik veje veszi át, akik nagy szakértelemmel, kiváló üzletpolitikával működtetik a gyárat egészen 1944-ig. A fémtömegcikk és más termékek eladására saját kereskedelmi hálózatot hoznak létre, 1924 és 1928 között megalapítják a Ferroglobus (vasáru-cikk), az Agrárglobus (mezőgazdasági gépek), a Metalloglobus (színesfém gyártmányok) és a Termoglobus (egészségügyi cikkek) cégeket.

Az 1. sz. vasöntőde teljes termelése csak 1925 táján, a nagyobb tömegű hengerműalkatrészek gyártásával indul meg, amelyhez egy szénfűtésű, 10 tonnás lángkemencét használnak. Ekkor létesül a 2. sz. vasöntőde, a srapel-öntődével szemben működő, mezőgazdaságigépszerelő műhely helyén, amelyet már 1927-ben a vasszerkezeti műhely terhére bővítenek is. A 2. sz. vasöntőde asztali, hajó- és csikótűzhelyeket, fürdő- és folytonégy kályhákat, szenes vasalókat, később kazán- és radiátorelemeket, öntöttvas csöveket is gyárt. A folyékony fémeket a szemben lévő temperöntőde kupolától szállítják át, kezdetben kézi erővel. A Friedrich Gerich (Pozsony) céggel kötött szerződés értelmében az öntődék már 5000 db zománcozott fürdőkádat gyártanak 1927-ben.

1929-re a termelés közel négyszeresére nő, és tovább bővül a katonai megrendelések (speciális járművek) hatására. Az 1929-ben induló kerékpárgyártás – a tűzhelyalkatrészek és más kommunális öntvények mellett – elsősorban a temperöntődének ad munkát. Az évtized közepén az acélöntőde is fejlődik. A Csepelen készült



■ 5. ábra. A csepeli gyártelep látképe az 1920-as évek elején

háromtonnás ívkemence biztosítja jóvátételi öntvények gyártását a jugoszlávai vasút részére, amit 1927-ben MÁV-megrendelések követnek. A magas szintű öntődei technológia azt is lehetővé teszi, hogy komolyan foglalkozzon a gyár kétütemű autómotor gyártásának meghonosításával, amelyet ugyan kikísérletez, de a bekövetkező gazdasági válság miatt csak a prototípusok készülnek el.

Az 1929-ben kezdődő túltermelési és pénzügyi világválság megszakítja a csepeli gyár és az öntődék fejlődését. Mivel Magyarországon főként az agrárágazat szenved meg a válság hatásait, elsősorban a mezőgazdasági kisgépgyártás öntvényeinek és a fémtömegcikknek a termelése áll le. A magyar kormány deflációs pénzügyi politikája elhúzódó gazdasági válságot eredményez, amely végül csak 1938 tavaszán ér véget.

A Weiss Manfréd Vas- és Fémművek a válság hatásait tompítottan és korán, már 1934–35-ben kiheveri, köszönhetően a széles termékskálának és a megrendelésekben, vámkedvezményekben megvalósuló állami segítségnyújtásnak. A gyors felépülést legfőképpen azonban a Weiss-család iparpolitikája segíti elő, amely már az 1930-as évek legelején licencek vásárlásával, műszaki és termékfejlesztéssel készül a fellendülésre. Megkezdik a hegesztőelektródák gyártását. A kerékpárok mellett megindul a 98 cm-es segédmotoros kerékpárok előállítás, és 1930-tól a varrógépgyártás is.

Válaszul a köszén-behozatali tilalomra, 1931-ben kifejlesztik és piacra dobják a barnaszéntüzelésre kifej-

lesztett nevezetes „Globus” folytonégy kályhakat, amelyeket az öntőde és a hozzá tartozó szerelőüzemek állítanak elő. 1930–33-ban előnyös kartellgyezményeket kötnek radiátorok, kazánok és fürdőkádak gyártására, kereskedelmére. 1934-re a temperöntőde termelése már megéngyszeresedik a válság előtti évhez képest. Igen nagy fejlődési lehetőség nyílik meg 1934-ben az alumíniumkohó beindításával, amely azonban csak a későbbi repülőgépgyártás megvalósításával érik be. Ez a magyar alumíniumkohászat bölcsője.

A WM Művek és a Magyar Acélárugyár között létrejött szerződés értelmében 1937-ben kezdik el a 125 cm³-es motorkerékpárok előállítását. A motorház és a henger gyártása a 2. sz. vasöntődének ad munkát. A 30-as évek közepétől indul meg az egyedi és célgépek javító-



■ 6. ábra. Fúrógéphenger sármagjának készítése

karbantartó üzeméből kifejlődött szerszámgépgyár termelése, amelynek egyre növekvő öntvényigényét 1937-től az 1. sz. vasöntöde látja el (6. ábra).

A csepeli gyártelep munkásainak anyagi juttatásai meghaladják az országos átlagot, de a legjobban az öntő szakmunkásokat fizetik meg, havi keresetük az órabérük alapján 210–220 pengő. Az öntők órábéré 1938-ban 1,33 pengő, az esztergályosokénál 20%-kal több.

1938-tól már a háborús konjunktúra érezteti hatását. A harckocsik motorblokkjának, hengerfejének és kipufogócsonkjának öntése az 1. sz. vasöntödében folyik. A szerszámgépöntvények gyártása mellett ez olyan nagy feladat, hogy a fürdőkád-, tűzhely- és kályhagyártás a 2. sz. vasöntödébe szorul, majd az alapanyagellátási nehézségek szaporodásával a varrógépöntvényekkel együtt volumenük is csökken. Ekkor szűnik meg a vasalók, az egészségügyi öntvények és az öntöttvas radiátorok gyártása. Az acélöntöde gyártókapacitását is a harckocsialkatrészek öntése köti le (pl. sebességváltóházak, láncterelő kerekek, CrV-acélból készített lánctagok). Fejlesztik a hőkezelő kapacitást is.

1944 márciusában a német csapatok megszállják az addig független Magyarországot; a gyár német parancsnokság alatt működik, a tulajdonosokat az SS letartóztatja. Április 3-án és 13-án súlyos bombatámadások érik a szigetszentmiklósi homokdombok közé épített Dunai Repülőgépgyárat, annak repülőterét, a Ferencvárosi pályaudvart, a Soroksári úti Fanto olajfinomítót, üzemcsarnokokat, raktárakat és Csepel falu déli proletárnegyedét. Az összesen majdnem 1100 halálos áldozat mellett megsemmisül a földön 44 db vadászgép és 102 db komplett repülőgépmotor, a repülőgépgyár végleg üzemképtelenné válik. Az emberáldozatokon túl a kár 81 millió pengő. Ősszel elrendelik az öntöde kitelepítését. December közepéig 16 formázógépet, 2800 formaszekerényt, 146 tonna öntödei nyersvasat stb. szállítanak Linzbe és Engerauba (Pozsonyligetfalú, ma Pozsony városrésze).

A szocialista tervgazdálkodás időszaka

A párizsi békeszerződés értelmében az országot összesen 300 millió USD jóvátétel megfizetésére kötelezik, amit a Szovjetunió, Csehszlovákia és Jugoszlávia számára kell teljesíteni, miközben az ipari üzemek (gépek, energia, anyagok, készletek) 54%, a közlekedés 59% háborús kárt szenved az 1944-ben nyilvántartott értékekhez képest.

1945 augusztusában a gyár a szovjet katonai parancsnokság irányítása alá kerül. Ekkor *Korbuly János* vezető konstruktőr lesz a gyár igazgatói rangú főmérnöke, aki utasítást ad az első szállítások megindítására (tábori konyhák, harckocsialkatrészek). Kialakul a cserekereskedelem a vidék és az öntöde között, tűzhely-, kályha- és mezőgazdasági gépöntvényekért cserébe élelem érkezik. Az öntöde igazgatója 1945 végén *dr. Kőrös Béla*, országosan elismert kohómérnök lesz.

A gyárat 1946 decemberében ideiglenesen államosítják. Az Ipari Minisztérium felügyeletével megalakul a Nehézipari Központ (NIK), melynek égisze alatt a jóvátételi termelést szervezik. Az országban folyó gyors és lelkes újjáépítéshez hasonlóan a csepeli károkat is gyorsan helyreállítják. A vasöntvénytermelés 1946-ban 3200, 1947-ben már 8900 tonna, a

temperöntvénygyártás 140 tonnáról 420 tonnára, az acélöntvénygyártás 900 tonnáról 2100 tonnára nő.

A hároméves terv (1947–1949) az első szovjet mintájú gazdasági terv Magyarországon. Célja többek között „...az újjáépítés, a háborús károk és pusztítások sújtotta magyar gazdaság talpra állítása”. A csepeli gyártelepet 1948 márciusában véglegesen államosítják, első vezérigazgatója *Zathureczky Jenő*. A gyár neve WM Vas- és Fémművekre változik. A NIK központi irányelvei értelmében elsősorban a szerszámgépek és hagyományosan a mezőgazdasági gépek fejlesztését, gyártását irányozzák elő, és bővítik a Szerszámgépgyárat, a Vasöntöde és a Központi Karbantartó Üzem kapacitását. Az öntöde gyártmányszerkezete alapvetően változik meg ebben az időszakban, a kályha- és tűzhelyöntvények gyártását a Salgótarjáni Tűzhelygyár, az öntöttvas kádak és egyéb zománcozott háztartási termékek előállítását a kecskeméti öntöde veszi át. Az 1. és 2. sz. vasöntödében tovább folyik a szerszámgép- és karbantartási öntvények, a varrógép- és motorkerékpáröntvények öntése. Elkezdik a Csepel Autógyár hengerfej- és lendítokerékalkatrészeinek gyártását is. Elsőként az 1. sz. vasöntöde fejlesztését hajtják végre 1949–50-ben (7. ábra). A kor színvonalán zárt ciklusú, görgősoros formázórendszert alakítanak ki



■ 7. ábra. Szerszámgépöntvény gépi formázása az 1. sz. vasöntödében (a kép néhány évvel később készült)

rázó-formázó gépekkel, rázó-űrítő ráccsal, nagynyomású, vízsugaras tisztítógéppel, folyamatos üzemű magszárító kemencével, zártciklusú homokművel, 10 t/h teljesítményű kupolókemencékkel. Ebben az időben létesül szerszámgépgyári közreműködéssel nagyoló üzem, és az acélöntödében üzembe helyezik az első acélszemcsés tisztítógépet.

A gyártás-előkészítést először 1948-ban szervezik meg az öntöde történetében *Küstel Alfréd* kohómérnök, neves szakember, a Vaskohászati Enciklopédia egyik társszerzőjének vezetésével. A gyártástervezést *Szvath György* főtechnológus irányítja, akinek a formázógépekről írt jegyzetéből később generációk tanulnak a kohómérnöki karon. 1949 végén dr. *Körös Bélát Kálmán Lajos* okl. kohómérnök, az 1. sz. vasöntöde addigi üzemvezetője váltja az igazgatói székben.

Az 1950. január 2-án induló első ötéves terv (1950–1954) fő célkitűzése eredetileg az ország szocialista iparosítása, a honvédelem és a mezőgazdaság fejlesztése. 1951-ben az állampárt (Magyar Dolgozók Pártja, MDP) II. kongresszusán azonban a tervelőirányzat jelentős emeléséről határoznak. A feszített iparosításra a hidegháború jegyében kerül sor; ez hatalmas összegekbe kerül, ami a lakossági fogyasztás és az életszínvonal romlását idézi elő. A nehézipar egyoldalú fejlesztésével ráadásul nő az ország anyag- és energiafüggetlensége a Szovjetuniótól. Ismét bevezetik a jegyrendszert.

A „személyi kultusz” jegyében Rákosi Mátyás Vas- és Féművekre (1950–1956) keresztelt gyáróriás fejlődésének kedvezett a feszített iparosítási program, 28 milliárd forintra tervezett beruházását 51 milliárdra növelik. A gyárat átszervezik, 15 önálló elszámolású gyáregység jön létre, köztük a Vas- és Acélöntvény gyár. 1952-ben, az ismételt átalakítás nyomán alakul meg az önálló Vas- és Acélöntödék, amelynek első igazgatója *Hargitay Sándor* lesz. 1953-ban *Szanyi Jenő* követi, míg *Hargitayt* főmérnökké nevezik ki.

1953-ig, majd 1954–55-ben csaknem megszakítás nélkül folyik az öntödék korszerűsítése. Felépül a 2. sz. vasöntöde új csarnoka a már régebb-



■ 8. ábra. Konvejsorsor a 2. sz. vasöntödében

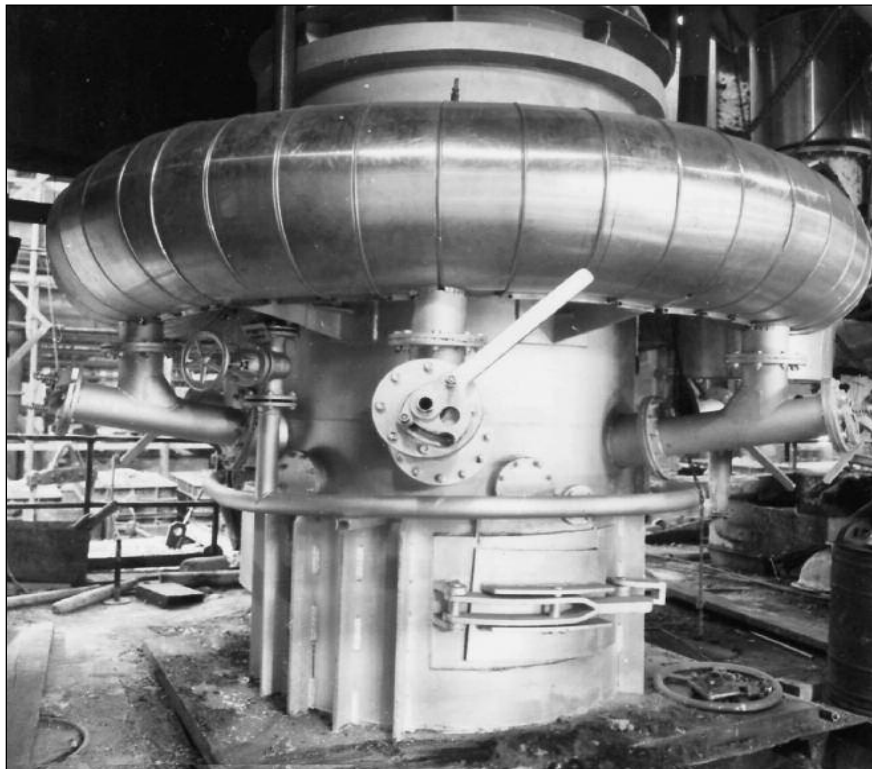
ben működő formázósor mellé telepített konvejsorsorral, 800-as kupolókemencékkel, központi homok-előkészítéssel (8. ábra). Az öntvénytisztítást acélszemcsés tisztítógép segíti. Az acélöntöde 3. csarnoka is megújul, az újonnan telepített fordítóasztalos formázógépeket párhuzamos görgősorokkal egészítik ki, központi homok-előkészítést létesítenek. Itt kezdik el *Hadfield-acélból* a harckocsik és traktorok láncágjainak öntését és hőkezelését. A folyékony fémek háromtonnás ívfényes kemence szolgáltatja.

A megnövekedett mennyiségi igények miatt 1953-ban létrehozzák a 3. sz. vasöntödét, melyet azonban csak 1955 végén állítanak üzembe. 1952-ben korszerű fa- és fémmintakészítő üzem kezd el működését. A temperöntöde gyártórendszere saját tervezésű és kivitelezésű buktatóedényes héjformázó gépekkel és gyantaörlő berendezéssel egészül ki. Az előző években végzett kísérleteket követően 1952-ben az országban elsőként itt gyártanak gömbgrafitos öntöttvasból öntött hengerművi kéreghengereket dr. *Körös Béla* vezetésével. 1954-ben, a magyar öntödék között ugyancsak elsőként kísérleti

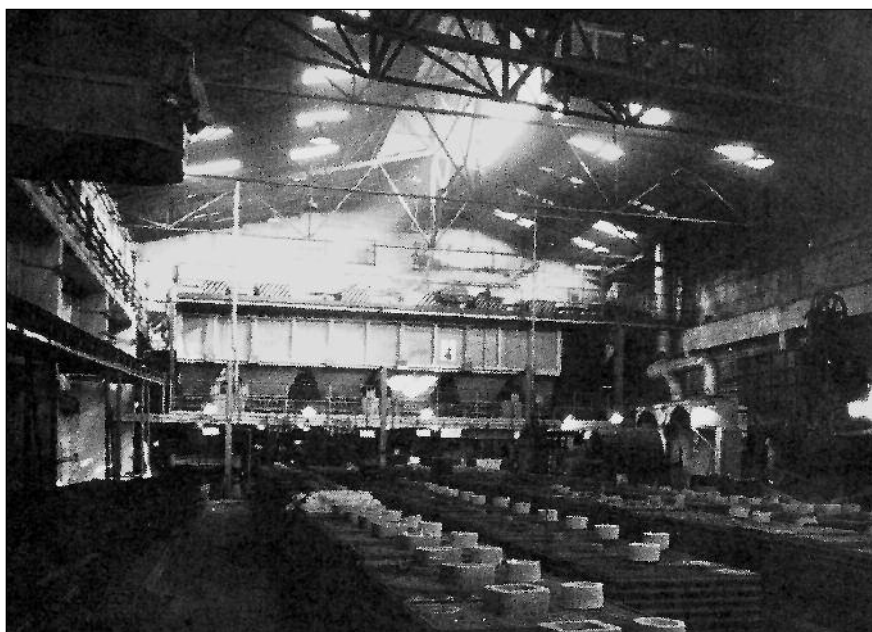
osztályt hoznak létre, amely az új gyártási eljárásokat az üzemi bevezetés szintjéig dolgozza ki.

Az 1956-os forradalom után 1958 első feléig az öntödék rendelkezésihiánnyal küszködnek, amelyet csatornázási öntvényeknek a 3. sz. vasöntödében meginduló gyártása enyhít. Ekkor *Kálmán Lajos* a gyár főmérnöke. A fellendülést végül a Szerszámgépgyár, a Csepel Autógyár és a Motorkerékpárgyár rohamosan növekvő igénye biztosítja 1958 második felétől, különösen az 1. és 2. sz. vasöntödében. A termelékenység növelése céljából ekkor állítják üzembe az első maglövő gépeket 1959-ben, és vezetik be a gyorsított kötésejű cementformázást a szárított formázás helyett. Korszerűsítik az öntvénytisztítást is acélszemcsés tisztítógépek üzembe állításával. Az eredetileg *Mudura Sándor* által vezetett fejlesztési osztály *Szilágyi Imre* gépészmérnök vezetésével alakul újjá, ahol fiatal mérnökök (*Mikus Károly, Szikora János* és mások) vetik meg a gyár hosszú távú fejlesztésének alapjait. 1960-ban a Vas- és Acélöntödék öntödéjében már 30 909 tonna öntvény készül.

A második ötéves terv (1961–1965)



■ 9. ábra. 900 mm belső átmérőjű forrószeles kupolókemence az 1. sz. vasöntödében



■ 10. ábra. Gépi formázás az acélöntödében

újabb átszervezéssel indul. A Csepel Vas- és Fémművek tröszté alakul, amelyben a 15 vállalat összehangolt irányítása, fejlesztése, együttműködése a deklarált célkitűzés. A tröszt struktúra az 1960–70-es években sikeresen segíti a Művek fejlődését, és egészen 1983-ig áll fenn. Az öntödét is átkeresztelik, Csepel Művek Vas- és Acélöntödéje a gyár új neve.

A tröszt legfontosabb húzóágazatá-

vá a szerszámgép-, az egyedi és célgépgyártás válik, korszerű, lyukkártya vezérlésű marók, fúró- és köszörűgépcsaládok, elektromotor gyártások készülnek hazai felhasználásra és exportra. A 2. sz. vasöntöde konve-joros technológiája és gépesített magkészítése ekkor válik meghatározóvá az elektromotor házak méretpontos gyártásában. Az 1960-as évek első felének fő feladata azonban az 1. sz.

vasöntöde gépöntvénygyártó kapacitásának és minőségének növelése. Működő üzem mellett korszerűsítik 1961–62-ben elsőként a vasöntöde durvatisztító üzemét, aminek során nagynyomású vízszugaras, ill. nagy, 1,5 tonnás öntvények befogadására is alkalmas acélszemcsés tisztítógép létesül. A CSMVA ekkor már az ország legjobban gépesített öntödéje. Öt öntőüzeme közül háromban a kor műszaki színvonalának megfelelő nagy teljesítményű formázógépek dolgoznak ürítő rácsok és homok-előkészítő művek támogatásával.

A korszerűtlenné vált temperöntöde gyártmányait előbb a 2. sz. vasöntödébe helyezik át, majd 1967-ben végleg megszüntetik a gyártást. Helyén létesül 1962-ben az öntödék központi TMK-üzeme, megfelelő gépesítéssel. Az 1. sz. vasöntöde további korszerűsítése a homokelő-készítést érinti, 1964-ben három forgódobos szárítókemencét helyeznek üzembe, a megszáritott homokot szállítószalagon fluidizálva hűtik, majd pneumatikusan lövik a keverőkhöz a bentonittal és a szénporral együtt. A gyártástechnológia komoly fejlődését jelenti a hidegen kötő furángyantás homokkeveréssel való korszerű magkészítés meghonosítása. Az 1960-as években folyó kísérleteket és kísérleti gyártást követően 1963-ban egy Fordath-típusú csigás keverőgépet telepítenek az 1. sz. vasöntöde magkészítő üzemébe a magkészítés további fejlesztésének előfutáraként. Az 1200 mm átmérőjű hidegszeles kupolókemencéket 900-as, forrószeles kupolókemencék váltják fel központi rekuperátorral és salakgranuláló rendszerrel (9. ábra). A beruházás folyamatos termelés mellett folyik. A kemencék adagterét hatékony adagolórendszerrel látják el, 100 m³-es, havi anyagátrolásra szánt betonbunkerek és napi tárolók épülnek darus kiszolgálással, amelyekből a betétanyagfajtákat elektromos mérlegkocsira helyezett adagolóedényekben gyűjtik össze.

Az acélöntöde fejlesztésére is sor kerül, 1965–1967 között új URP-05 típusú formázógépeket telepítenek a felújított görgőpályák elé, teljesen gépesített homokellátó-rendszert, függőpályás tisztítógépet helyeznek üzembe (10. ábra). Az 1961-től folyó

műszaki fejlesztőmunka már teljes egészében a termelékenység növelését célozza, ugyanis a létszám csökkenéséből adódó termelési gondok a 60-as évek elejétől folyamatosan jelentkeznek. 1961-ben megalakul a Műszaki Klub és az OMBKE öntészeti szakosztályának csepeli szervezete, amely a következő évtizedekben a szakosztály számos nagy sikerű rendezvényét szervezi.

Ha új öt éves terv (a harmadik, 1966–1970), akkor átszervezés; az öntőüzemeket két gyáregységgé szervezik, vezetőivé *Theobald Jánost* és *dr. Vörös Árpádot* nevezik ki. A karbantartás, a minta- és szerszám-üzem, valamint az öntvénytisztító önálló üzemegység marad. A vállalat igazgatója *Varga Aladár*. Az 1970-ig fennálló szervezeti forma nem hozza a várt előnyöket, az öntödék műszaki fejlesztése azonban ebben a tervidőszakban sem áll le. Egyre bonyolultabb, nagyobb használati értékű, jobb minőségű termékek hagyják el a gyárat. A 2. sz. vasöntöde fejlesztése 1966-ban a régi formázógépek cseréjével indul, helyettük kilenc db Foromat-10-es gépet telepítenek a konvejsorhoz, és egy pár Malcus SPO-400-as rázó-formázógépet állítanak be egy hengerfejöntvényeket formázó-összerakó munkahely kialakítására. A következő tíz évben a 2. sz. vasöntöde vezérgyártmányává válik az autóiipari hengerfej, amelynek bonyolult víz- és olajtérmagjait kezdetben olajos homokkeverékből, kézi úton állítják elő. 1967-től itt honosodik meg a melegmagszekrényes maglövés technológiája, az első években Röper H-12 maglövő gépeken. A gyártástechnológiát és a fémmagszekrények kialakítását teljes egészében az öntöde technológusai dolgozzák ki.

Az 1. sz. vasöntöde 1961–62-ben megkezdett rekonstrukcióját 1967-ben folytatják a formázótér modernizálásával. A régi gépesítés helyén vándormintalapos formázórendszert alakítanak ki homokröpítővel, központi minta- és töltőhomok-ellátással, ürítő berendezéssel. A szerszám-gépjöntvények nagyméretű formáit görgősorok továbbítják. A kézfomázó részlegen is homokröpítőt és szállítószalagos, központi homokellátást biztosítanak.

Az 1. sz. vasöntöde átalakítása

azonban ezzel nem fejeződik be. A győri Magyar Vagon- és Gépgyár 1967-ben megvásárolja az MAN cég hathengeres dízelmotorjának licenctét. A 170–240 lóerős motorok nagyobb részét Ikarus autóbuszokba, kisebb részét kamionokba, traktorokba és teherautókba építik be. A forgattyúházak és további 23 kisebb motoralkatrész öntésére a Kohó- és Gépipari Minisztérium a CSMVA-t jelöli ki. A kis öntvények (olaj- és vízszivattyú házak, ékszíjtárcsák, főcsapágó fedelek stb.) gyártását a 2. sz. vasöntöde konvejsorán szervezik meg, méretei miatt azonban a forgattyúház sorozatgyártásához új gyártórendszert építenek ki az 1. sz. vasöntödében.

A *dr. Kelemen Lajos* műszaki igazgató által vezetett részlegeket is átalakítják, *Rácz József* gépészmérnök vezetésével járműfejlesztési iroda alakul. Az 1. sz. vasöntöde és a TMK közti utcát beépítik, és itt alakítják ki a forgattyúház öntvények magjainak gyártóhelyét nagyteljesítményű melegmagszekrényes, ill. héjmaglövő gépek beállításával. Az ekkor létesülő homokvizsgáló laboratórium hideg- és melegszilárdsági vizsgálatokat végez, gázátbocsátó képességet, gáz mennyiséget, gáznyomást, tűzállóságot vizsgál. A formák készítésére és összerakására zárt ciklusú rendszert alakítanak ki. A formákat csuklós szalagról adagolt vízűveges mintahomokkal és bentonitos töltőhomokkal készítik homokröpítő alkalmazásával. A vízűveges homok elárasztása szénsavval a mintán, ill.



■ 11. ábra. Készülékbe helyezett forgattyúházak

szondákon keresztül történik. A magokat készülékben állítják össze, majd egy lépésben helyezik a formákba (11. ábra). Az összerakó sor mögött három öntő-hűtő sort hoznak létre, melyekről hat óra elteltével kerül az öntvény a sor végén az ürítő rácsra. A forgattyúházak jellemző falvastagsága 5 mm, ezért bevezetik a duplex eljárást az olvasztóműnél, a kupolókhoz két, hálózati frekvenciás csatornás kemencét telepítenek, egyenként 6 tonna befogadóképességgel. Az öntvények finomtisztítására a volt temperáló épületét alakítják át. A külső fánokat Discus célkőszűrővel távolítják el, s az öntvényeket méretelosztó készülékbe helyezve bázis-előmunkálást végeznek. A 265 kg-os öntvények ezután közvetlenül alkalmasak célgépsoron való megmunkálásra. Az 1968-ban induló gyártás technológiai részleteiben és átgondoltan kialakított rendszerében akkor az országban páratlan, de Európában is élenjáró technológiát képviselt. 1969-ben már 3500 db öntvény készül a gyártósoron.



■ 12. ábra. Korszerűsített öntvénytisztítás az 1. sz. vasöntödében



■ 13. ábra. A 100 000. MAN-forgattyúházöntvény

A forgattyúház gyártásának beindításával az eddig is jelenlévő munkaerőhiány szorítóvá válik, ezért az 1968-ban hivatalba lépő *Zsolnai László* vezetésével megszervezik 3-400, Pest megyei falvakban élő munkavállaló napi be- és hazaszállítását.

1970-ben *Zsolnai Lászlót* *Buzánszky Albin* követi az igazgatói beosztásban. Az öntődék termelése ekkor már közel 30 000 tonna jó öntvény, amit 2010 dolgozóval (1610 munkás, 400 alkalmazott), 362 millió forint állóeszközzel állítanak elő. Annak ellenére, hogy 1972–73-ban értékesítési gondok lépnek fel, 1973 végére a cég piaci helyzete ismét stabil, gyártmányszerkezete a járműiparra és a szerszámgépöntvényekre épül. A járműipari öntvények termelése már 8500 tonna. 7500 db MAN-forgattyúház hagyja el a gyárat, és többszörösére emelkedik a Csepel Autógyárnak szállított hengerfejek termelése is. Az acélöntöde vízüveg-szén-savas formázással Aö. 50 anyagminőségű öntvényeket gyárt az Ursus Traktorgyárnak. A numerikusan vezérelt szerszámgépek gyorsan fejlődő csepeli gyártása további rendeléseket jelent, az öntvények nagy részét előnagolyva, foszfátózva és alapozó festéssel szállítják.

A Csepel Művek 1972-ben teljes jogú trösztté alakul. A tröszt többek között központosítja a bérgazdálkodást, a műszaki fejlesztést, magához vonja az állóeszköz átcsoportosítás jogát és meghatározza a piaci irányo-

kat. 1972-ben megszüntetik a csepeli motorkerékpár-gyártást, ami érzékenyen érinti a CSMVA-t is, megszűnik a motorkerékpár hengerfejek nyereséges, korszerű, héjformázáson alapuló öntése. Ezzel egy brilliánsan kidolgozott technológiai alkotás vész el, amely *Malcsiner József* nevéhez fűződik.

Az intézkedések dacára a 70-es években tovább folytatódik a munkaslétszám csökkenése, amely az öntödék vezetését még inkább a műszaki fejlesztésre, a gazdaságos technológiai megoldások kifejlesztésére sarkallja. Az öntvénytermelés értéke 1970-ben 18%-kal nagyobb, mint három évvel előtte, miközben létszáma 14%-kal csökken. A gondokat növeli, hogy a Magyar Vagon- és Gépgyár 1973-ban csökkenti forgattyúház megrendelését. Az előzetes piackutatás eredményeként a CSM tröszt vezetése, *Buzánszky Albin* és az 1973-ban kinevezett *dr. Marjai Ernő* gazdasági igazgató vilámgyorsan lép. Szállítási szerződést kötnek a Libereci Autógyárral Skoda-forgattyúház öntvények gyártására, amely kissé nagyobb tömegével és méreteivel hasonlít a MAN-forgattyúházhoz, viszont az alapvetően vékony falú öntvényt nagy falvastagságkülönbségek terhelik. Az 1974 áprilisában megérkező mintagarnitúrával készült öntvényeket júniusban küldik meg jóváhagyásra, novemberben sorozatgyártás kezdődik, és december végéig már 700 db készül. Ez évben

a cég ismét nehéz helyzetbe kerül. Forgattyúházigényét az MVG váratlanul 13 000 db-ra, majd 1975-ben 16 000 db-ra növeli, miközben ettől az évtől az évi 4 000 darabos Skoda-forgattyúház szállítási kötelezettség is fennáll. Az igényes anyagminőségű MAN főcsapágyfedelekből az MVG évi 180 000 db-ra tart igényt.

A műszaki igazgatói beosztásban *dr. Kelemen Lajost* váltó – addig a műszaki fejlesztés vezetőjeként tevékenykedő – *dr. Vörös Árpádnak* és *Buzánszky Albin* igazgatónak szembe kell néznie a növekvő munkaerőhiánnyal és a forgattyúházgyártó kapacitások várható elégtelenségével is, miközben az MVG bejelenti, hogy forgattyúház-igénye 1980-tól évi 28 000 db lesz. A rendelésállomány számítógépes feldolgozásának bevezetése csak minimálisan csökkenti a létszámihiányt, lényeges előrelépést jelent azonban a közel 10 000 állandó és 4000 termék nyilvántartásában és a termelőhelyek kapacitásterhelésének meghatározásában. 1975-ben *dr. Vörös Árpád* létrehozza a közvetlen irányítása alá tartozó metallurgiai csoportot *Györök György* főmetallurgus vezetésével. Az itt tevékenykedő fiatal, tehetséges mérnökök végzik a metallurgiai fejlesztéseket, többek között létrehozzák a CELSIT névre keresztelt – karbonegyenerértéket és fémhőmérsékletet mérő – műszer családot. Világossá válik, hogy a problémákon csak műszaki fejlesztéssel, a termelékenység növelésével lehet úrrá lenni.

Az ötödik ötéves terv (1976–1980) kezdete a Csepel Művek ismételt átszervezését jelenti, kialakítják az ún. ágazati jellegű vállalati rendet. A Motorkerékpár-, Kerékpár- és Varrógépgyár összevonásából létrejön a Jármű- és Konfekcióipari Gépgyár, a Fémhűző csatolják a székesfehérvári Nehézfémöntödét és a Metallochémiát. A Csepel Művek Vas- és Acélöntödéje a Motorkerékpárgyár precíziós öntödéjével bővül 1977. január 1-jén, amely főként a Jármű- és Konfekcióipari Gépgyárnak és az Ikarusnak gyárt pontos öntvényeket viaszkiolvasztásos, ill. keramikus eljárással.

Az elhatározott fejlesztés első lépéseként a szerszámgépöntvények finomtisztításának korszerű és a



■ 14. ábra. Formázás csigás keverőadagolóval

munkakörülményeket javító megoldása mellett döntenek, mert a munkaerőhiány itt már súlyos és a technológia is elavult. A négy hónap alatt végrehajtott rekonstrukció során, a hazai öntészetben akkor egyedülálló megoldással daruzott tisztítófülkéket létesítenek, amelyeket hő- és hangszigeteléssel, korszerű világítással, alsó elszívás mellett felső (télen fűtött) levegő betáplálással látnak el. Minden fülke tisztítóasztalokat, állványokat, különféle sűrítettlevegős szerzőszámokat tartalmaz (12. ábra).

1976-ban készül el a már korábban elkezdett, gyantás homokot előállító üzem 2000 tonna éves kapacitással, amely az import homok kiváltását teszi lehetővé, de megoldja a forgattyúházak különösen igényes kivitelezésű víztérmagjainak alapanyag gondjait is. A technológiai rendszer és berendezések kivitelezését a Gépipari Technológiai Intézet és a CSMVA közösen végzik. 1976. október 20-án öntik a 100 000. MAN forgattyúházat (13. ábra), miközben éves termelése immár 22 000 db.

A csepeli vasöntészet eddigi történetének legnagyobb, egyben leginkább problematikus beruházása 1977-ben veszi kezdetét, amelynek szükségességét a szerszámgépgyártás és a járműipar 1975–76-ban jelentkező igényei indokolják. A rekonstrukció az elavult és nem kellően termelékeny 3. sz. vasöntőde szerszámgépöntvény gyártását, a durva-tisztítás elmaradt fejlesztését és a forgattyúház-öntésre tervezett 2. sz. vasöntőde teljes átalakítását érinti. A beruházás a 3. sz. vasöntődében, termelő üzem mellett indul, de 1979-től már mindkét öntődét egyszerre érinti.

A 3. sz. vasöntőde furán alapú, hidegen kötő formázásra és magkészítésre tér át. A homokkeveréket AMD-típusú csigás keverőn készítik és adagolják a formákba és mag szekrényekbe, rengeteg fizikai munkát téve ezzel feleslegessé (14. ábra). A formák és magok tömörítését vibrátorokkal végzik. A homokkeverék mechanikus regenerálását, a homok hűtését, a használt és az új homok pneumatikus szállítását a Klein cégtől vásárolt berendezéseken végzik. A homokmű óránkénti kapacitása 10 tonna.

A vállalat közben megvásárolja a The International Meehanite Co. Ltd. öntészeti eljárásainak licencét, amelynek alapján mód nyílik növelt szilárdságú lemezgrafitos és gömbgrafitos vasöntvények üzemszerű gyártására és a nemzetközileg elismert Meehanite védjegy használatára. A technológiák honosítását és az olvasztómű korszerűsítését a metallurgiai csoport végzi, a kupolókemencéket kénlelenítő szifonokkal szerelik fel, amelyek gömbgrafitos kezeléshez – folyamatos csapolás mellett – kellő minőségű alapvasat szolgáltatnak. A kezeléseket Trigger-eljárással végzik. A korszerű technológiák bevezetése kezdetektől működő üzem mellett valósul meg. Az új üzem 1980 elején

indul, de az új módszerek elsajátítása majdnem egy évet vesz igénybe. A kialakított gyártórendszer máig ható eredményeket produkál.

Az új forgattyúház öntőde telepítése a 2. sz. vasöntőde összes berendezésének felszedésével indul 1979 elején, a tervezetthez képest egy év késéssel. 1980 decemberében Soltész István miniszter ugyan felavatja az elkészült forgattyúház gyártórendszert, de a hidegen kötő műgyantás keverékkel működő, nagymértékben automatizált, egyszerre léptetett formázó-összerakó-öntő gyártósorok sok műszaki hibát hordoznak. A bajokat tetézi a Röper cég elsőgenerációs hidegmagszekrényes maglövő automatája, mert nem sikerül a magszekrények tömítettségét megoldani a kötést biztosító trietil-aminnal való elárasztás alatt. A kedvezőtlen tapasztalatok hatására a Röper ezután dolgozza ki az elszívással ellátott elgázosító kamrával működő cold-box berendezéseit. A Junker gyártmányú, nyolctonnás, hálózati frekvenciás tégelyes indukciós kemencék (15. ábra) a várt eredményt hozzák, és velük válik lehetővé később a gömbgrafitos vasöntvények tömeggyártása.

A CSMVA vezetése 1980-ban rendkívüli intézkedésekre kényszerül az 1. sz. vasöntődében a kívánt 26 000 db MAN-forgattyúház legyártása érdekében. A 200 000. öntvényt február 29-én öntik. A fő problémát azonban az értékesítési gondok jelentik. A rekonstrukció előkészítése során a termelés



■ 15. ábra. Első csapolás a tégelyes indukciós kemencéből 1980. november 5-én

növekedésével, évi 40000 db forgattyúház gyártásával számolnak, ez a terv azonban az új üzem beindulása után nem bizonyul realitásnak.

1981-ben Buzánszky Albin igazgató nyugdíjba vonul, dr. Vörös Árpád a CSM Csőgyár igazgatójává nevezik ki. A CSMVA igazgatását *Sebők Mihály*, az 1. sz. vasöntőde addigi vezetője veszi át, műszaki igazgató *Megyei József*, előzőleg az üzemfenntartás vezetője. A 3. sz. vasöntőde gyártástechnológiája stabilizálódik, amit a spektrométeres ellenőrzés is sikeresen támogat. Itt egyre több gömbgrafitos vasöntvény gyártására kerül sor, amelyhez alapfémeket a 2. sz. vasöntőde is szolgáltat, a folyékony vasat targoncák szállítják a két üzem között.

A vállalat legsúlyosabb problémája az új 2. sz. vasöntőde kapacitásának gazdaságos kihasználása. Az öntőde gyártósorát eredetileg olyan közepes szekrényméretre tervezték, amelyre forgattyúház rendelés hiányában 1981–82-ben nem találnak gazdaságos profilt. Gyártási próbálkozások történnék fékdob, kukorica csőtörőház, tolózárs öntvények előállítására. Ebben a helyzetben fordulatot jelent a starahowicei autógyár igénye, a CSM Féműben eredetileg alumíniumöntvényből öntött forgattyúházat öntöttvasból rendelik meg. A mintagarnitúra beérkezését és a jóváhagyást követően a sorozatgyártás 1983. 2. félévében indul. Fokozatosan növelve a termelést, 1985-ben már 17 000 db készül lengyel exportra.

A munkáslétszám csökkenése a 80-as évek első felétől tragikus méreteket ölt, de 1984-ben a munkavállalók száma még mindig 1250 fő. Az 1973-ban létesített öntőipari tanműhely és a szakmunkásképzés erkölcsi-anyagi támogatása hosszú távon nem oldotta meg a munkaerő-utánpótlást. A munkáslétszám csökkenését időlegesen sikerül ellensúlyozni a vállalati gazdasági munkaközösségek létrehozásával. Az először 1982-ben a mintakészítő üzemben, majd az öntődékben és a TMK-ban megalkuló vgmk-kban irodai alkalmazottak, műszakiak dolgoznak munkaidejükön kívül, jelentős anyagi juttatásokért. A vgmk-kban dolgozók száma 1984-ben már meghaladja a 400 főt. A gyár 1982-től lengyel vendégmun-

kásokat is alkalmaz öntvénytisztítói, darukezelői és karbantartói munkakörökben. *Csire István* hatékony irányításával kiszervezik a MAN-forgattyúházak tisztítását és bázismegmunkálását a Kisalföldi ÁG nagyszentjánosi telepére, bér munkában.

A gondokat fokozza, hogy 1983-ban megszűnik a motorgyártás a Csepel Autógyárban, ami az acélöntőde termelésének csökkenéséhez vezet. Ezzel az ötvöztött öntöttvasból pótalkatrészként gyártott hengerfejek öntése is megszűnik.

1983. július 1-jén a minisztérium felbontja a trösztii szervezetet, a tagvállalatok teljes önállóságot kapnak. A vállalat élére dr. Vörös Árpád kerül. A beszűkülő piaci helyzet miatt az MVG 3000 db forgattyúház, a Szerszámgépgyár 2000 tonna gépöntvény rendelését sztozírozza. A kieső kapacitásokat részlegesen gömbgrafitos szivattyú hajtókarok, autóiipari sebességváltóházak, kormányműházak, nagyméretű acélműi kokillák, export hajómotor és V-motor forgattyúház gyártásával pótolják. Technológiai fejlődést jelent az Ózdi Kohászati Üzemek kéreghenger rendelése, amelyet ötvöztött gömbgrafitos öntöttvasból teljesítenek. 1984-ben a jövedelmezőség 20%-os növelése mellett döntenek, de az alap- és segédanyagárak növekedése miatt ezt nem érik el. A költségcsökkentés érdekében terjed a szekrény nélküli formázás és a fűrtöntés-technika, de a kialakított technológiai rendszerek sok problémát hordoznak. Az olvasztóműnél acélnyersvas betéttel kísérleteznek.

1985 májusában kellő mennyiségű megrendelés hiánya miatt megszüntetik a gazdaságtalan acélöntvénygyártást, és a munkaerőt a vasöntődékbe csoportosítják át. A gyártmány-szerkezet a 80-as évek elejétől – az országosan is jelentkező gazdasági problémák ellenére (vagy inkább hatására!) – fokozatosan alakul át a nagy bonyolultsági fokú, méretpontos, nagyoló megmunkálással eladott és igényes anyagminőségű termékek felé. Az 1985-ben előállított 23 500 tonna vasöntvényből 11 000 tonna forgattyúház, 4 150 tonna nagy értékű szerszámgép-, ill. 975 tonna hajómotor öntvény és 1 000 tonna gömbgrafitos vasöntvény. A cég – az év végén

elrendelt túlmunkákkal együtt – 1,2 milliárd forint termelési érték mellett 71 millió forint nyereséget termel. 1985 decemberében dr. Vörös Árpád igazgatót ipari miniszterhelyettesé nevezik ki. Helyére ismét *Sebők Mihály* kerül, műszaki igazgatóhelyettes *dr. Szabó Zsolt*, termelési igazgatóhelyettes *Megyei József*, gazdasági igazgatóhelyettes *dr. Marjai Ernő*. Ilyen körülmények között ünnepli meg az öntőde alapításának a 75. évfordulóját.

Irodalom

- [1] http://hu.wikipedia.org/wiki/Weiss_Manfred
- [2] 90 éves a Csepel Vas- és Fémművek, Budapest, 1982.
- [3] *Berend T. I. – Ránki Gy.*: A Csepel Vasmű rövid története, 1965.
- [4] <http://www.szerszamegyar.hu/hun/factory/csepel>
- [5] *Kálmán L.*: Ötven éve gyártják a vas- és acélöntvényeket Csepelen. Kohászati Lapok. Öntőde, 1963. febr.
- [6] *Dr. Rados K. – Beregszászi S.*: A Csepel Vas- és Fémművek fejlődésének főbb építészeti vonatkozásai. BME Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési Tanszék, 1969. 11. old.
- [7] *Nemes D.*: Az ellenforradalom hatalomrajtása és rémuralma Magyarországon, 1919–1921. Budapest, 1953. 390–395. old.
- [8] *Kálmán L. – Rácz O. – Rácz J.*: Meglegmagsekretnyes magkésztési eljárás kísérletei a CSMVA-ban. IV. Magyar Öntőnapok előadásai, 1966.
- [9] *Rácz J.*: Forgattyúház öntvények gyártása a Csepeli Vas- és Acélöntődékben. Csepeli Műszaki-Közigazdasági Szemle, 1970. 2. sz., 1–9. old.
- [10] *Dr. Vörös Á. – Szikora J.*: Csepeli Műszaki-Közigazdasági Szemle, 1973. 2. sz.
- [11] *Rácz J.*: Szerszámgép öntvények gyártása a CSMVA-ban. Minőség és Megbízhatóság, 1976. június, 216–219. old.
- [12] *Buzánszky A. – Szeleczi I.*: Az öntődei termelőhelyek kapacitásterhelésének számítógépes vizsgálata, BKL Öntőde, 1978. 9. sz.
- [13] *Dr. Vörös Á. – Györök Gy.*: Járműipari öntvények gömbgrafitos öntöttvasból. BKL Öntőde, 1984. 4. sz.

Srapnelgolyóktól a Moby Dick-ig

Százéves a vasöntvénygyártás Csepelen. 1985–2011.

Az ezt megelőző, külön cikk áttekintette a Weiss Manfréd által 1911-ben elindított csepeli öntöttvasgyártás történetét az 1980-as évek közepéig. Ennek bővebb változata könyv alakban is megjelent a 75 éves évfordulóra. A folytatásban az utóbbi 25 év történéseit tekintjük át.

Az elmúlt évek gyors – esetenként viharos – változásai okán a történet megírásához szükséges írásos anyagok és egyéb dokumentumok, kutatások egyáltalán nem, vagy csak igen csekély mértékben állnak rendelkezésünkre. Nem volt krónikás, ezért csak néhány megmaradt levél, feljegyzés, záró mérleg, hitelkérelem és pályázati anyag segítségével, inkább emlékezetünkre támaszkodva próbáljuk a megélt időket feleleveníteni.



■ 1. ábra. Gömbgrafitos kezelés

A történet tehát 1987-ben folytatódik

Vállalatunk, a Csepel Művek Vas- és Acélöntöde ebben az évben is eredményesen dolgozott, öntődéinkben 26 500 tonna öntvényt állítottunk elő. A korábbi években befejeződött fejlesztés kedvező lehetőséget nyújtott a gyár eredményes működéséhez. A megvalósult rekonstrukció keretében a lemezgrafitos öntvények mellett gömbgrafitos öntvényeket is kezdtünk gyártani, amelyeknek a járműipar piacán – kerékagy, kormányműalkatrészek –, valamint az acélműi kokillák területén volt komoly jelentősége.

Termékeink döntő többségét, mintegy 60%-át a járműiparban, 20%-át a szerszámgépgyártásban, további 20%-át pedig a kohászatban használták fel.

Főbb termékeink az alábbiak voltak:

MAN forgattyúház	6930 t,
lengyel forgattyúház	3500 t,
kerékagy	1146 t,
szervokormány-alkatrészek	675 t,
ZF sebességváltóház	400 t,

acélműi kokillák	3290 t,
szerszámgép- és gépöntvények	4000 t,
ellensúlyöntvények	1970 t.

A KGST keretében szállítottuk Lengyelországba az ún. lengyel forgattyúházat, és abban az időben igen jelentős eredményként, tőkés exportra ellensúly- és gépipari öntvényeket gyártottunk. Az érvényes gazdaságpolitika szerint a mindkét irányba értékesített termékek gyártása állami támogatásban részesült, ami javította a pénzügyi helyzetünket. Más termékeinket közvetlenül belföldön használták fel, majd ezek jelentős részét közvetett módon, végtermékként, autóbusz vagy szerszámgép formájában a KGST piacán értékesítették.

A RÁBA Magyar Vagon- és Gépgyár részére gyártottuk a MAN forgattyúházat és a futómű-alkatrészeket, a Csepel Autó részére a szervokormány-alkatrészeket, a szerszámgépöntvényeket pedig a CSM Szerszámgépgyárba, a SZIM budapesti és esztergomi gyáraiba szállítottuk. A kohászati öntvényeket a CSM Vas-

műben használták fel. A CSM Vas- és Acélöntöde általános vezetését vállalati tanács, operatív vezetését vezérigazgató látta el.

A megmaradás és a megsemmisülés határán

Az 1987-hez hasonlóan 1988-at és 1989-et is eredményesen zártuk. Ezekben az években a vállalat évi 25 ezer tonnányi terméket gyártott és értékesített. Bővült a tőkés exportra gyártott termékek köre. A LINDE és az APV Gaulin cégek mellett a francia HURON részére is szállítottunk öntvényt. Tőkés exportunk az árbevétel 6%-át jelentette. A vállalat jövedelmezősége 2,5–7,5% között mozgott.

A CSMVA technikai és technológiai adottságai, szakembergárdájának összetétele, gyártási és piaci kapcsolatai révén a magyar feldolgozóipar (járműipar, szerszámgépipar, egyedi gépgyártás) meghatározó öntődei beszállítója volt. A teljes hazai öntészeti produktum 15%-át termelte, a legbonyolultabb öntvénytípusokból a belföldi piaci részesedése 60% körül volt.

A 2., 3. és 4. ábrákból azonban már kiolvasható a hazai öntvényigény csökkenésének a folyamata, érzékelhető a gazdasági visszaesés. Ez nem csak az öntödét, hanem az egész magyar gazdaságot is jellemezte. A gazdasági folyamatok más, hatékonyabb mederbe terelésének próbálkozásához új törvények és szabályozók születtek. Részben ezek eredményeként 1989-ben a vállalat mintakészítő és precíziósöntő üzemeiből egy-személyes kft.-ket alapított, ezek leváltak az anyavállalatról.

1990 februárjában kormányzati szinten elrendelték a KGST országai-ba irányuló export korlátozását, ez a vevőinknél 35–40%-os igénycsökke-nést eredményezett. A vevői igények ilyen mértékű csökkenése a gazdál-kodás egyensúlyát megbontotta. A termelés zuhanásszerű visszaesése likviditásunkat lerontotta, adófizetési kötelezettségeinknek nem tudtunk eleget tenni. A szállítói számlák ki-egyenlítése is egyre nehezebbé vált. Helyzetünket nehezítette, hogy az energiaárak az előző évihez képest közel megduplázódtak.

Reményt a továbbélésre a CSMVA technológiai adottságai és szakem-bergárdája nyújtott. Ezek az adottsá-gok tették lehetővé, hogy a kieső, közvetlenül a KGST országaiba törté-nő értékesítéshez kapcsolódó forgal-mat a tőkés piaci részarány növelésé-vel próbáljuk pótolni.

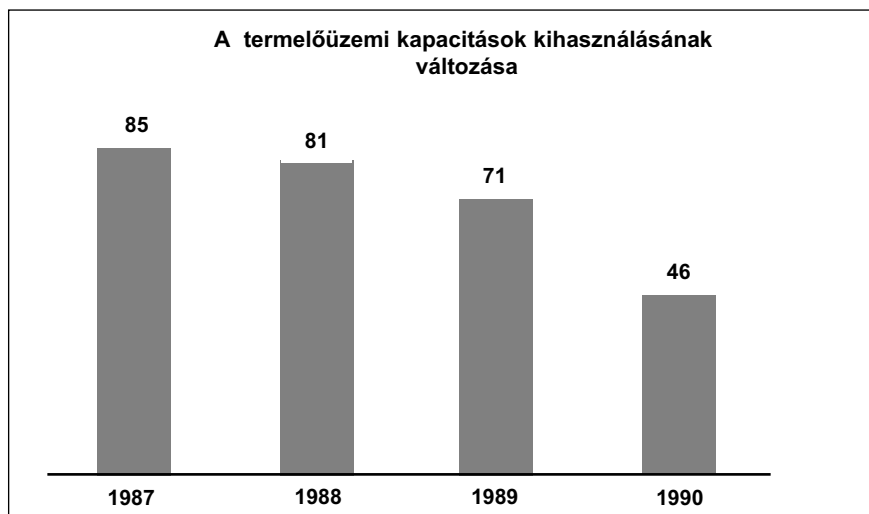
Minden erőfeszítésünk dacára ez az év igen nagy, 232 millió Ft vesz-teséggel zárult. A kialakult helyzetet jól reprezentálja a következő három ábra.

A 2. ábrán a vállalat kapacitás-ki-hasznátltságának drasztikus vissza-esését követhetjük. A rendelésállo-mány megfelelőződött, a gyártó kapaci-tás nagyobbik része feleslegessé vált.

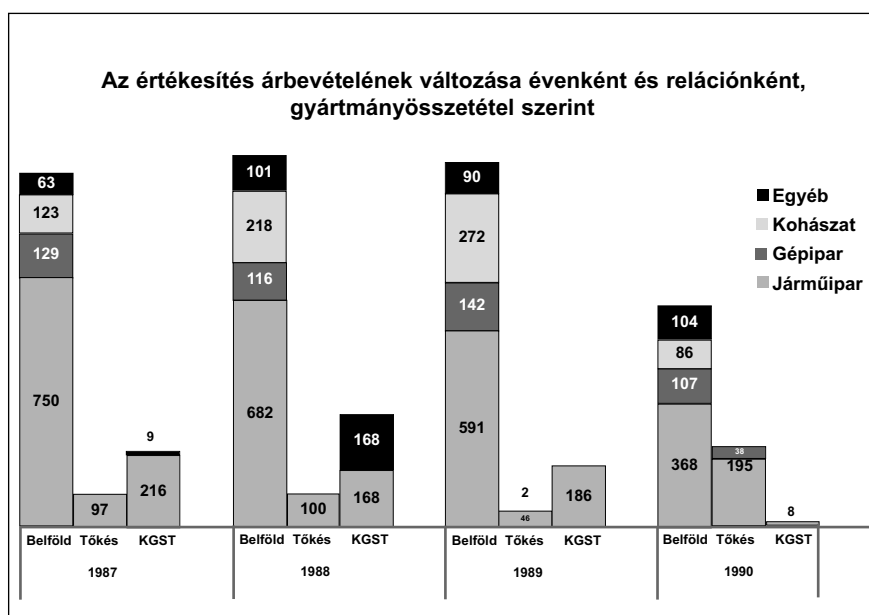
Négy év értékesítési relációnkénti árbevétel-változása látható a 3. ábrán. Ebből kiderül, hogy halvány reményt a tőkés export részarányá-nak a növekedése jelentett.

A 4. ábra a szükséges munka-mennyiség csökkenésének hatását, a létszámcsökkenést mutatja. A lét-szám leépítése késleltetett módon történt ugyan, de így is nagyon keser-ves volt.

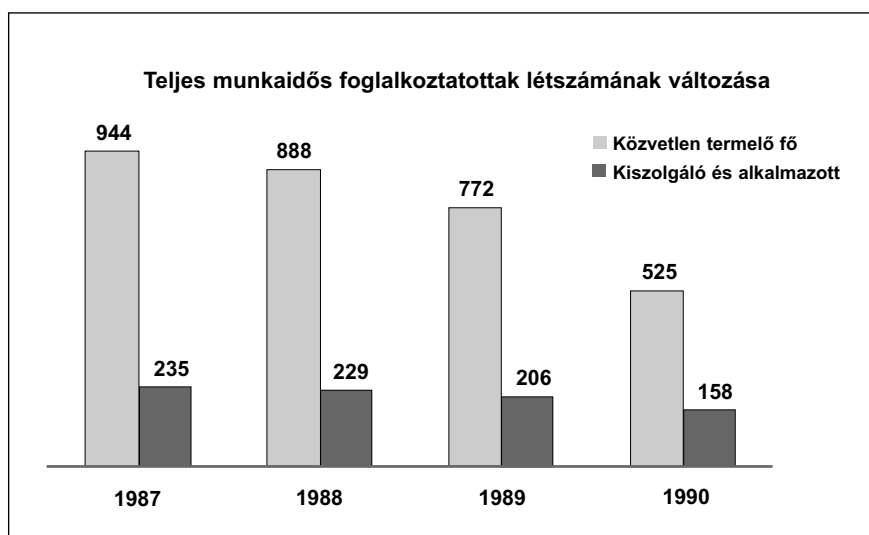
A magyar gazdaság összeomlása,



■ 2. ábra. A kapacitások kihasználtsága



■ 3. ábra. Az értékesítés megoszlása



■ 4. ábra. A létszám csökkenése

amely az ipar és a mezőgazdaság egészét érintette, az éppen zajló más társadalmi folyamatokkal együtt politikai rendszerváltást szült, immár nem először a száz év történelmében.

A KGST-országok piacainak összeomlása következményeként a vállalat vezetésének rövidtávú stratégiát kellett kidolgoznia a működőképesség megőrzésére. Ezt a stratégiát alapvetően a technológiai adottságokra és a még meglévő szakembergárdára alapozták. Ennek megfelelően alakult ki az a termék-, ill. piaci stratégia, amely szerint:

- termszkezerkezet-váltás szükséges, növelni kell az egyedi, kissorozatú, bonyolult gépöntvények részarányát;
- törekedni kell a gömbgrafitos vasöntvények arányának növelésére;
- új, nyugati piacokat kell szerezni a tökések export mennyiségének növelésére.

A gyakorlatilag megfeleződött öntvényigény mellett a megmaradást szolgáló új piaci stratégia megvalósításához a korábbinál sokkal költségkímélőbb vállalati szervezeti struktúra kialakítása vált szükségessé. A vállalati tanács ekkor úgy döntött, hogy a vállalatot részvénytársasággá kell átszervezni.

1991 első felében a rendelésállományban javulás állt be, a helyzet azonban a második félevtől ismét romlott. Az előző évhez viszonyítva a veszteség kisebb mértékben, de tovább nőtt, a pénzügyi helyzet tovább romlott. A 3. ábra jól mutatja, hogy az öntvényigény visszaesése a járműiparban volt a legnagyobb, ezt követte a kohászati öntvények iránti csökkenő kereslet.

Vállalatunk járműipari öntvényeket gyártó két sora nem felelt meg a nyugati járműipari igényeknek, ezért azzal kellett számolnunk, hogy a gyártás volumene csak a korábban szállított öntvények pótlásának mértékét jelentheti. A 2. sz. vasöntödben gyártott lengyel forgattyúház iránti igény megszűnt, az üzemet le kellett állítani. A várható öntvényigények tükrében a 3. sz. vasöntöde gyártórendszere látszott alkalmasnak és elegendőnek – a technológiájából következő kis élömunikaigénnyel – a gépöntvény és esetleges egyéb ter-

mékek legyártására. A megmaradó járműipari öntvényigény az 1. sz. vasöntödben kielégíthető volt. Az előzőekben vázolt piaci környezetnek és gyártási adottságoknak megfelelően került sor az új vállalati szervezeti struktúra létrehozására.

1991. december 1-jén Csepeli Vasöntöde Kft. néven, 40 millió Ft törzstőkével a CSMVA, a METALIMPEX, az Ipari Technológiai Intézet, az Egyesült Vegyiművek és magánszemélyek új szervezetet alapítottak. Ez a szervezet 1992. március 1-jétől Csepeli Vasöntöde Részvénytársaságként az öntöde továbbélését biztosította. A Csepel Művek Vas- és Acélöntödben az rt. megalakulásával a termelő tevékenység megszűnt, az öntöde később, 1993. június 1-jén felszámolás alá került.

Az elmondottak talán nem tükrözik elég híven azt a lélektani állapotot, amelyben akkor valamennyien élünk. Nagy volt a tét, túl azon, hogy itt kerestük a kenyerünket, legtöbbünknek ez a gyár a szakmához való tartozást is jelentette. Úgy gondoltuk, hogy a gyárban, a gyárral egy egész szakmát, a hazai vasöntészetet képviseljük.

A részvénytársaságot a kft. alapítóival együtt 14 állami vállalat és önkormányzat, illetve magánszemélyek alapították 400 millió Ft alaptőkével (apport és készpénz). Az ügyvezetők *dr. Szabó Zsolt* és *dr. Takács Nándor* voltak. A társaság hiteltartozás nélkül alakult. Az rt.-ben a többségi tulajdont a CSMVA képviselte. A társaság apportja kevés kivétellel magában foglalta mindazokat az eszközöket, amelyek a cég zavartalan működéséhez, az öntvénygyártás teljes vertikumához szükségesek. Az apport részét nem képező, de a vállalat működéséhez szükséges berendezéseket, így pl. a TF48-as maglövő gépeket vagy az öltözőket a CSMVA-tól béreltük. Az apport részét képezte a 3. sz. vasöntöde, ahol a teljes termelés történt, a 2. sz. vasöntöde az olvasztóművel, a durva- és finomtisztító üzemek, a nagyoló üzem, a TMK, a szárazhomok-ellátást biztosító HSZA üzem és az úgynevezett főkönyvelőségi épület, amely az rt. iroda- és laborépülete lett.

A részvénytársaság a gyártási profilját – a CSMVA-tól átvett teljes ren-

delésállomány mellett, igazodva az igényekhez – kibővítette a kis sorozatú, egyedi termékek gyártásával. A társaság 1992–1997 közötti időszakra készült üzleti terve azzal számolt, hogy az induló, mintegy 60%-os kapacitás-lekötés a későbbiekben 90%-ra nő. A tervezett, átlagosan 15%-os árbevétel-növekedés gyártmányszerkezet-módosulást takart, mivel a nyugat-európai piaci partnerek előrejelzései szerint a gépöntvényexport lehetősége növekedni látszott. A társaság munkaerővel való ellátását a CSMVA-ban folyamatosan felszabaduló szakembergárda biztosította. Rendelkezésre álltak a korábbi években kialakult kooperációs kapcsolatok, a mintakészítő és öntvény-megmunkáló partnerek és az öntvénytisztítást végző külső vállalkozók. A cég a piaci igények teljesítéséhez szükséges létszámmal, 200 fővel alakult meg. Az rt. megalakulásakor a piaci folyamatok kedvező irányt mutattak, ennek megfelelően bizakodó volt a hangulat is.

Sajnos a második félelvben partnereink a várakozásainkat lényegesen alulmúlták. A korábbi tárgyalások során jelzett igényektől elmaradtak a német HEID, GVA, Geibel-Hotz, EXCELL-O és a svájci Datwyler cégek tényleges rendelései, de belföldön a CSM Vasmű, és az MVG kerékgagyrendeléseinek a kiesése szintén tovább rontotta az amúgy is nagyon ingatag piaci helyzetünket. 1992 végére a kedvezőtlené váló piaci folyamatok, valamint saját belső gyengeségeink következtében közel 40 millió Ft veszteséggel zártunk. Veszteségünkhöz jelentősen hozzájárultak belső gondjaink: nőtt a selejt, a tervezettnél kisebb volumenű termelés rontotta a fajlagos energiaköltségeket.

A harmadik negyedévben került sor a Csepeli Erőmű Rt.-től vásárolt, nagyon költséges, gőzzel történő fűtés korszerűsítésére. A munka során az üzemekben és az irodaépületben működő kisnyomású gőzfűtés szintén a Csepeli Erőmű által szolgáltatott forróvizet fűtési rendszerre cseréltük. A 15 millió Ft értékű beruházás költségeit a Magyar Hitelbank által a „német szénsegély” program keretében meghirdetett kedvezményes kamatozású hitelből fedeztük.

Ebből az energia-megtakarítást ösztönző hitelből 13 millió Ft-ot kaptunk három év alatti törlesztésre, nyolc hónap türelmi idő mellett.

A fűtés korszerűsítése mellett, 1992-ben, hozzáláttunk a meglehetősen elhasználódott technológiai berendezéseink felújításához. Elsőként a Guttman tisztítógépet újítottuk fel 9 millió Ft értékben.

A veszteséges működés pénzügyi helyzetünk gyengülésében is megmutatkozott, amelyet csak a vevői előfinanszírozás bevezetésével és a szállítóink felé alkalmazott nyújtott fizetési határidők alkalmazásával tudtunk viszonylagos egyensúlyban tartani.

Az 1992 végére kialakult piaci környezet 1993-ban nem javult. Veszteségünk a tervezettnél sokkal nagyobb, 82 millió Ft lett. A vevői igények csökkentek, ugyanakkor a gyártmányösszetételünk jelentősen megváltozott. Megnőtt a kis súlyú, bonyolult öntvények iránti kereslet, amelyeket nagy selejttel és magas költségekkel gyártottunk. Ez ugyan jobb árfekvést is jelentett, azonban a volumen visszaesését nem ellensúlyozta.

A mennyiségi igény csökkenése létszámleépítést tett szükségessé, ezért az év elején 10%-os létszámcsökkentést hajtottunk végre. További munkaidőalap-csökkentést a március 1-jétől bevezetett ötórás munkarend jelentett. Az öntvényrendelések növekedése miatt az üzemben május 1-jétől szerencsére visszaállhattunk a nyolcórás munkarendre. Az alacsony létszám az őszi folyamán hektikusan változó öntvényigény miatt rengeteg túlóra felhasználását tette szükségessé.

Az év során a feltétlenül szükséges felújításokból egy darupályát készítettünk el, valamint a belső szállítások megkönnyítésére december-től targoncát lízingeltünk. Az Rt. működésének első pillanatától gondot okozott, hogy a technológiai folyamat egységei egymástól távol – a termelés-előkészítést hosszú szállítási útvonalra kényszerítő módon – helyezkedtek el. Az elavult, pénz hiányában alig karbantartott gépi berendezések a munkakörülmények romlását is jelentették. Csak néhány berendezéshez kapcsolódott rossz ha-

tékonyaságú porelszívó, egyre több környezetvédelmi probléma merült fel. Növekvő veszteségünkkel tovább romlott a pénzügyi helyzetünk. A korábban alkalmazott vevői előleg bekérése, illetve a késleltetett szállítói fizetések nem voltak elégségesek a probléma kezelésére. Az év utolsó harmadában már gondot okozott a bér, a TB és az adók kifizetése is.

Az év végére nyilvánvalóvá vált, hogy a cég saját erőből, külső tőke bevonása nélkül nem tud talpra állni. Ennek fogadására azonban fel kellett készülni.

Már a CSVRT megalakulása előtt, 1991 nyarán – az akkor még egységes vállalatról – a P-E/International angol cég átvilágítást készített. Javaslatokat fogalmazott meg a további átalakításokról, szervezési kérdésekről, a piaci helyzet javításáról, a minőségbiztosítás fejlesztéséről. Ebben az időszakban készült el a SZENZOR-MC Vezetési Tanácsadó Kft. vagyonértékelése is a Csepel Művek Vas- és Acélöntödékről.

A CSVRT megalakulása után azonnal külső forrásokat, hitelt próbáltunk keresni a mindenképpen szükséges továbbfejlődéshez, hiszen azzal tisztában voltunk, hogy fennmaradásunkhoz gyorsan kell alkalmazkodni az új piaci igényekhez. Az egyik ilyen lépés volt a VILÁGBANK magyarországi ipari szerkezetátalakítási programjából hitelfelvételi pályázatunk „A jó minőségű öntvénygyártás technológiai, technikai feltételeinek javítása” címmel. Másik hasonló lépésünk a PHARE Program keretében az UNIDO-tól igényelt segítségnyújtás volt. Ezek a próbálkozások a szakértői véleményeken túl nem hoztak érdemi megoldást.

Piaci helyzetünk 1994-re tovább romlott, az IKARUS Rt.-nél fellépő értékesítési gondok a RÁBA Rt.-n és a CSA Sebességváltó- és Hajtóműgyártó Leányvállalaton keresztül hozzánk is elértek, termelésünk 40–50%-át e két cégnek szállítottuk. Ekkor a MAN forgattyúház és a sebességváltóház öntvényrendelésüket visszavonták, illetve bizonytalan időre átütemezték.

Exportunk nőtt ugyan, de volumen nem tudta pótolni a kieső részt. Külföldi partnereink igényeit általában

a kis mennyiségi igényen túl a sokféleség és a nyomott piaci árak jellemezték. Az 1994. évi értékesített mennyiség 2447 tonna volt, a részvénytársasági működés éveit a legkevesebb.

Finanszírozási nehézségeink egyre súlyosabbakká váltak, működőképességünk került veszélybe. Az 1994. május 17-i közgyűlésen az Rt. vezetése felhatalmazást kapott, hogy a kiemelkedően magas szállítói tartozásait tárgyi eszközeinek és részvényeinek értékesítésével csökkentse. A közgyűlés határozatának megfelelően a tárgyi eszközök eladásából befolyt árbevételből a szállítói tartozásunkat kezelhető mértékűre tudtuk csökkenteni. Szállítóink pénzügyi nehézségeinket érzékelve áttértek az azonnali, esetleg 8–10 napos fizetésre. Ahhoz, hogy ezt biztosítani tudjuk, exporteladásaink faktorálását, azaz bank által történő előfinanszírozását kezdtük meg.

Az öntvényigény csökkenése miatt sajnos újabb létszámleépítést kellett végrehajtani, így éves átlagos állományi létszámunk 146 főre csökkent. Minden igyekezetünk dacára csak a folyó termelés finanszírozását tudtuk megoldani, az állam felé fennálló kötelezettségeinket nem tudtuk teljesíteni. A fejlesztésre irányuló hitelfelvételi kérelmeink nem teljesültek, egyre nehezebb helyzetünk erősen ösztönzött arra, hogy befektetőt keressünk. A PHARE által támogatott program keretében jutottunk el az ITD Hungary-hez, mint befektetőket ajánló és kereső céghez.

1995 legfőbb feladatának működőképességünk megőrzését tekintettük. Ez az év rendelésállomány szempontjából kedvezőbbnek tűnt a korábbinál, de nem elegendőnek a gyors segítségre szoruló pénzügyi állapotunk javításához. A termelés során folyamatosan képződő veszteségeink, összegződve a korábbiakkal, az ellehetetlenülés irányába viték a részvénytársaságot. Pénzügyi helyzetünk 1995 szeptemberére kezelhetetlenné vált, az Rt. felszámolás alá került. A bíróság felszámolóként a CSM Ipari Egyesületet jelölte ki. A felszámolás alatt a termelés folyamatos volt.



■ 5. ábra. Gépi magkészítés



■ 6. ábra. Magkészítő műhely

A történet az UBP-Csepel Vasöntőde Kft. színrelépésével folytatódik

1995 elején egy Európában autóipari alkatrészeket előállítani tervező amerikai cég, az Universal Automotive Industries Inc. öntödét keresett Magyarországon. A vállalatnak az USA-ban több üze me is volt. Járműalkatrészek – elsősorban fékberendezések – gyártásával és nagykereskedelmi értékesítésével foglalkozott. Magyarországon tervezte megépíteni az európai autógyárak számára szükséges féktárcsagyártás és -ellátás központját. Az első tervezett lépése volt egy további fejlesztési lehetőségeket magában hordozó öntőde megvásárlása. A kapcsolatot a cég és több magyar öntőde között az ITD Hungary hozta létre. A végiglátogatott öntődék közül a tárgyalást velünk folytatták tovább. A magunkról készült bemutatkozó anyag és az azt követő tárgyalás után szakértőket küldtek, akik saját szisztémájuk szerint mind műszaki, mind gazdasági szempontból átvilágították a gyárat. Előnyünk volt a kiépített infrastruktúra, a meglévő olvasztási kapacitás és a képzett szakembergárda. Ezek olyan tényezők, amelyek egy általuk tervezett eljövendő autóipari beruházás alapját jelenthetik.

A számukra kedvező információk után ismét személyes látogatásra került sor, ami felgyorsította az eredményeket. Az Universal Automotive

Industries Inc. 1995. augusztus 15-én UBP-Csepel Vasöntőde Kft. néven megalapította első európai cégét.

Az amerikai tulajdonú, Magyarországon bejegyzett UBP-Csepel Vasöntőde Kft. a Csepeli Vasöntőde Rt. FA és a Csepel Művek Vas- és Acélöntőde FA felszámolójának ajánlatot tett az öntvénygyártás fenntartásához szükséges épületek és berendezések megvásárlására. A vevő és az eladók megállapodtak a vételárban, így 1995. október 4-én leállás nélkül folytattuk a termelést. A cég vezérigazgatója, *Claude H. Gozia* – aki negyedévente egy hétig volt személyesen jelen – már más autóipari projekteken igen eredményesen dolgozott. Magyarországi helyettese *dr. Takács Nándor* lett, aki korábban az rt. ügyvezető igazgatója volt.

Az üzlet létrejöttének híre gyorsan terjedt. A *Blikk* című újságban „Amerikai tőke megment egy üzemet a magyar vasiparban – Munkásfelvétel lesz Csepelen” címmel cikk jelent meg a vételről és a létszámigényt megduplázó fejlesztési perspektíváról. A *Népszava* tudósítója „Amerikai üzem Csepelen” címmel számolt be a vásárlásról. Nem csak az itt dolgozók számára volt fontos a történet, hanem a szakma számára is, hiszen ebben az időben sorra zártak be a még korábról megmaradt vasöntődék.

Az UBP-Csepel Kft. birtokába kerültek a 2. és 3. sz. vasöntődék épülettömbjei, a durva- és finomtisztító-

títók, a homokszárító, a héjhomokgyártó és az irodaépület, mindegyik a benne lévő berendezésekkel együtt.

Tulajdonosunk a gyártás folytatásához és az aktuális piaci igényekhez alkalmazkodó technológiai gyártósor megteremtéséhez szükséges átszervezéshez hitelt vett fel. Az átszervezés szinte azonnal megkezdődött, hiszen a tervek már régen készen álltak. Az átszervezés a meglévő berendezések felújításával együtt történt. A fejlesztés és átszervezés következtében kialakult a gyártás technológiai-
lag logikus sorrendje, kivéve az öntvénytisztítást. A nagyoló üzem déli hajójában kialakult a magpad, a kézi magkészítési terület a csigás homokkeverővel, valamint ide telepítettük a TF48-as maglövő gépeket is, amelyeken az MAN forgattyúház hot-box technológiával készült magjait gyártottuk. Tulajdonosunk a kereskedelmi és a gazdasági munka számára szükséges áttekintéséhez az USA-ban élő, de magyarul beszélő szakértőket vont be.

Közben a termelés folyamatos volt. A rendelésállományt a vevőkörrel együtt átvettük az rt.-tól. Az amerikai tulajdonos jó hatással volt a régi és az új piaci partnerekre is. Pénzügyi helyzetünk az év hátralévő részében kiegyensúlyozottá vált, gazdálkodásunkban is kisebb mérvű javulás volt tapasztalható, az évet azonban veszteséggel zártuk.

A műszaki átszervezési, fejlesztési munkák csak 1996. március 1-jén fe-

jeződtek be. A számítógépes hálózati rendszer kiépítése az év elején megkezdődött. Tárgyalások indultak egy új, integrált számítógépes rendszer megvásárlásáról, amelyben az anyagbeszerzés, a termelés és az értékesítés, a kapcsolódó pénzügyi folyamatokkal együtt egyetlen rendszeren belül kezelné az egész vállalati működést. A választás a SCALA nevű rendszerre esett, amely azután 2008-ig szolgálta a felsorolt folyamatok támogatását.

Amerikai tulajdonosaink és vezetőink negyedévenként személyesen látogattak hozzánk, egyébként telefonon, levélben folyamatos volt a kapcsolattartás, beszámolás a vállalati folyamatokról. Ők, és az általuk alkalmazott szakértők egy új, a korábbiakhoz képest más probléma-megközelítési módot hoztak magukkal, amely igen racionális és eredményközpontú volt. Az együtt eltöltött évek során sokat tanultunk egymástól.

A rendeléssel való ellátottságunk a korábbi időszakokhoz képest javult, nőtt az értékesített öntvény mennyiség, ebben az évben 3640 tonna öntvénytadtunk el. Az év utolsó negyedében már 15 vevőnek exportáltunk, összes árbevételünk 30%-a származott külföldi eladásainkból. Jóllehet az öntvényértékesítésből származó eredményünk javult, még mindig veszteségesek voltunk.

Az 1997. évi üzleti tervünkben exportunk arányát kívántuk növelni. Az üzleti partnerek száma szépen nőtt, azonban a rendelt mennyiség elmaradt várakozásainktól, különösen érvényes volt ez az év első felére.

Az előző évben befejeződött átszervezés és fejlesztés eredményeként fajlagos anyag-felhasználási mutatóink jelentős mértékben javultak, ezzel párhuzamosan a selejtarányunk csökkent, költségeink kedvezően alakultak. Ennek köszönhető, hogy a piaci helyzet kedvezőtlen hatása ellenére eredményességünk javult ugyan, de még mindig veszteségesek maradtunk. Időközben célul tűztük ki a vállalat korábbi, a Meeha-nite cég licencén alapuló minőségbiztosítási rendszere átalakítását és auditáltatását. Ennek eredményeként 1997. április 30-án megszereztük az ISO 9002-es minősítést, a tanúsítványt a Det Norske Veritas Certifica-

tion Austria GmbH állította ki. Ez a minősítés mind a mai napig partnereink számára fontos, minőséget garantáló biztosíték.

A korábbi évek piacbővítésre irányuló munkája nyomán exportvevőink száma elérte a harminckettőt. A 98-as év első felében a havi kiszállítás közel 350 tonna volt. A kapacitás jobb kihasználása, a végrehajtott fejlesztések hatékonyságunkat javították. A második félévben azonban a RÁBA Rt.-n és a Csepel Autó Rt.-n keresztül szállított Ikarus autóbusz főegységek öntvényeinél az orosz fizetési válság következtében piavesztés történt. A világméretű gabonaválság következtében ugyanakkor a RÁBA Rt. által az amerikai piacra szállított traktor hátsóhid alkatrész-igényében is jelentős csökkenés következett be. Ezek a gyártmányok termelésünk 35%-át jelentették. A német és svájci partnereinknél a távolkeleti pénzügyi válság okozott piaci visszaesést. A kedvezőtlen külső hatások miatt átlagos öntvényeladásunk a második félévben havi 200 tonnára csökkent, aminek következményeként az eredményességünk újra negatívvá változott.

Folytatódott a műszaki fejlesztés, a nagy fajlagos energiaköltséggel üzemelő sűrített levegős kézi szerzőkkel végzett öntvénytisztítást korszerű, energiatakarékos, nagyfrekvenciás tisztítórendszerre cseréltük. Javítottunk préslevegő-ellátó rendszerünk műszaki állapotán, aminek következményeként jelentősen csökkent a vezetékesvesztés. Tulajdonosaink élénk, piacokat felmérő munkát folytattak a tervezett, személygépkocsi-alkatrészeket gyártó öntöde beruházásának indításához. A korábbi évek tapasztalatai és eredményei alapján módosították elképzeléseiket, és befektető partnereket kerestek a féktárcsagyártáshoz.

1998 szeptemberében Magyarországon rendezték meg a soros nemzetközi öntökongresszust. A rendezvény alkalmával amerikai vezetőink is Magyarországon tartózkodtak. Ezt az időpontot használták fel arra, hogy bejelentsék a tervezett féktárcsagyártó öntödei beruházás megvalósításáról szóló döntésüket.

Érdekes és izgalmas hónapok kezdődtek. A gazdasági tervek a

meglévő öntvénygyártás mellett létrehozott új, gépesített gyártórendszer létrehozását és párhuzamos üzemeltetését mutatták a legeredményesebbnek. Közben már ajánlatokat kértek DISA rendszerű gyártósor beszerzésére.

1999-ben a későbbiek is meghatározó termékstruktúra-váltás történt. Az öntvénygyártásunkat érintő kelet-európai piacok visszahúzódása cégünk helyzetét alapjaiban rázta meg. A RÁBA Rt. részére gyártott futóműalkatrészek iránti igény az év elejétől teljesen megszűnt, az autóbusz motorblokköntvény-igény pedig erősen csökkent. Összességében az előző évben az értékesítés harmadát, közel 1100 tonnát jelentő termékek eladása 1999-ben kevesebb mint 200 tonnára esett vissza. Ezt a nagy kiesést kíséreltük meg exportszállításokkal pótolni. Jelentős eredményeket értünk el, új partnereket találtunk. Exportvevőink száma az év folyamán 50 fölé emelkedett. Gyártmányaink között megjelentek a szivattyú-, a hajógyártás és az erőműi berendezések öntvényei. A sok új termék bevezetése jelentős többletköltséggel járt és rengeteg munkát jelentett. Nőtt az öntvények festése, megmunkálása, részszerezése iránti igény. Ezzel egyidejűleg e tételek átfutási ideje megnőtt, ami az exporttétel kedvezőtlenebb fizetési feltételeivel együtt pénzügyi helyzetünket jelentősen rontotta. Partnereink számának növekedése a „több lábon állást” segítette elő ugyan, de a fenti öntvényigény-kiesést az év folyamán nem tudtuk pótolni. Kapacitás-kihasználásunk csökkent, termelő tevékenységünkől származó veszteségünk pedig minden eddiginél nagyobbra nőtt.

Ez az év más szempontból is nehéz volt. Az 1998 végére felerősödött beruházás-előkészítő munka alábbhagyott. Tulajdonosaink beruházási döntésüket felülvizsgálták, ugyanis a korábbi, kedvezőnek ígérkező piaci helyzet megváltozott, és ezért, valamint az évek óta veszteséges termelés miatt lemondtak a beruházás megvalósításáról. Döntésük már az év első negyedében megszületett. Arról értesítettek bennünket, hogy az öntödét eladják, szakmai befektetőt keresnek.

Újabb vesszőfutás kezdődött az

öntöde megmaradásáért. Tulajdonosaink mellett magunk is kerestük a vevőket. Így talált meg minket a Gienanth német cég, amely, értesülve egy tervezett beruházásról és egy új öntöde számára megfelelően alakítható, meglévő infrastruktúráról, megkeresett bennünket. Komoly tárgyalások kezdődtek, az üzlet azonban nem jött létre, a keresés folytatódott tovább.

Ismét nehéz helyzetben

Helyzetünk a következő években egyre nehezebb lett. 2000 második felében ugyan az exportpiacunk növekedése következtében a havi értékesített mennyiség elérte a 350 tonnát, amely az adott gyártmány-struktúra mellett pozitív, termelő tevékenységből származó eredményt biztosított, azonban az első félév alacsony eladási szintjét nem tudtuk ellensúlyozni. Exportvevőink száma elérte az 58-at, nagyon sok új tétel került gyártásra. Ebben az évben szállítottunk először amerikai piacra, a Cooper cég részére adtunk el szivattyúöntvényt. Az új tételek és a megmunkált öntvények iránti kereslet növekedésével a gyártásba fektetett pénzeszközök megtérülési ideje megnőtt. A helyzet kezelésére exportfinanszírozó hitelt vettünk fel.

2001 első felében folytatódott a kedvező értékesítési tendencia, de a második félév újra piaci visszaesést hozott. Kedvezőtlenül hatott eredményünkre a forint erősödése is. A belöldi üzleteink nagyobb részét is a márka árfolyamához kapcsoltuk, így az erősödő forint tetemes veszteséget okozott, miközben az importra gyakorolt kedvező hatását az összességében alacsony importhányadunk miatt nem érzékeljük. A 2001. évet termelési tevékenységünk szintjén súlyos veszteséggel zártuk.

Az évek folyamán az öntödei befektető keresése eredménnyel járt, 2002. január 1-jével új tulajdonosunk az EURO INDUSTRIAL LIMITED LLC., egy amerikai szakmai befektető cég lett.

Sorsunk, helyzetünk jobbra fordulását vártuk az új tulajdonostól, a Ballantyne családtól, amely igen nagy ígérekkel és tervekkel érkezett; érdekeltiségei között az acélöntvény-

gyártás, az élelmiszer-feldolgozás, ipari feldolgozó berendezések, ingatlanok és más befektetések szerepeltek.

Az UBP-Csepel megvásárlását megelőzően a cég már több amerikai öntödét vásárolt fel. A magyarországi öntödevásárlással az amerikai Cooper cég piacának egy részét tervezte lefedni. A Cooper cég, tulajdonosunk információi szerint évente közel 12 millió USD értékű lemez- és gömbgrafitos vasöntvényt használt fel, döntően a közel-keleti olajiparban. Az új tulajdonos, értékelve a korábbi évek gazdálkodását és eredményességét, dr. *Sohajda Józsefet* bízta meg az ügyvezető igazgatói teendők ellátásával.

2002-ben piacainkon folytatódott az előző év kedvezőtlen tendenciája, erősödött a recesszió. Ezért is volt számunkra igen kedvező lehetőség az amerikai üzlet bővítése. A Cooper cégcsoport egyik tagja, a Cooper Energy részére az előző év végén próbagyártást végeztünk. A cég képviselői végigkísérték a gyártás folyamatát, elégedettek voltak az eredménnyel és a leszállított öntvényekkel.

Folyamatos működésünk finanszírozhatósága a tulajdonosváltás idejére azonban már elérte a kritikus szintet. Az UBP időszakában felvett hitel és a kumulált veszteségek együttesen meghaladták az 1,3 milliárd Ft-ot, és ez a vállalati vagyon – beleértve az amerikai anyavállalati befektetéseket is – teljes felélését, az ingó- és ingatlanvagyon többszörös jelzáloggal terhelését jelentette. A működő tőke pótlására és műszaki fejlesztésekre tulajdonosunk hitelfelvételt tervezett, amelynek realizálása azonban a szükséges saját rész nélkül lehetetlenné vált. Miközben láttuk, hogy a rendelésállományunk nem éri el a szükséges mértéket, és a pénzügyi helyzetünk egyre nehezebb, igen erőteljes takarékoskodásba kezdtünk. Létszámunkat a technikai-technológiai adottságaink figyelembevételével egy átstrukturált termeléshez igazítottuk. A technológiai lehetőségek határán belül optimalizáltuk a folyamatok energia-felhasználását. Minden „apró” költséget megnéztünk, átgondoltunk és szükség szerint elvetettük vagy változ-

tattuk. Ezzel párhuzamosan sikeres áremeléseket kezdeményeztünk és hajtottunk végre. Cégünk az évet ugyan üzemi veszteséggel zárta, azonban a havi mérlegadatokból mindenképpen levonható volt az a következtetés, hogy 2002-ben a gazdálkodás tendenciája megfordult, pozitív irányú elmozdulás történt.

Elég hamar nyilvánvalóvá vált, hogy új tulajdonosunk semmilyen formában nem kíván investálni öntödejébe, a hitelfelvételhez nincs megfelelő biztosíték – a likviditásunk fenntartása egyre nagyobb „kreativitást” igényelt –, megjelentek a felszámolási kezdeményezések. Ez a helyzet tárgyalási pozícióba kényszerítette mind az új, mind a jelzálogjoggal bíró régi tulajdonost. Elkezdődtek a tárgyalások az ügyvezető igazgató és a két amerikai cég között a lehetséges megoldásokról.

Ez alatt az öntöde működését biztosítani kellett. A megmaradás ösztöne munkált mindnyájunkban. Befektetők jöttek, tárgyaltunk, aztán továbbmentek, és nem jöttek vissza. Pénzünk szinte alig volt. Meg kellett oldani a helyzetet.

A kilábalástól a sikeres működésig – a történetnek nincs vége

Heti gazdálkodási brain storming-okat szerveztünk, ahol egy ötletelés alapján elindulva végigbeszéltük, kitaláltuk és következetesen végrehajtottuk a költségcsökkentés először nagyobb, majd egészen apró lépéseit. Minden héten megtartottuk ezt a megbeszélést, és – mivel csodák nincsenek – a következetes munka eredményt hozott. 2003 végére 15 év után ismét nyereséges vállalat lettünk.

Közben folytatódtak a tárgyalások a volt tulajdonosok és az ügyvezető között, amelyekbe később bekapcsolódott a hitelező bank amerikai képviselője is. 2003 végére, nyolc hónap után létrejött egy mind az amerikai, mind a magyar jognak megfelelő megállapodás, amely minden fél számára elfogadható kompromisszumot tartalmazott. Ez alapján dr. *Sohajda József* megvásárolta az öntöde tulajdonjogát, és megállapodott az előző tulajdonossal a jelzálog jog megváltásáról. A megállapodás alapján létre-

jött helyzet már lehetővé tette beruházási hiteleink tárgyalását.

A fentiekkel párhuzamosan átalakítottuk exportfinanszírozó hitelünket, és új hitel felvételére készültünk. A bank nagyon részletes és alapos átvilágítást végeztetett cégünkkel, amelynek az eredménye kedvező volt számunkra. Külső szakemberek is úgy látták, hogy az új struktúrával képes a cég segítséggel, azaz hitel-felvétellel talpra állni, és képes lesz tovább működni és törleszteni a felvett hitelt. Hitelkérelmet nyújtottunk be a Kereskedelmi és Hitelbank Rt.-hez az Európai Technológiai Felzárkóztatási Beruházási Hitelprogramból történő hitelfelvételre.

Beruházásunkkal több célt kívántunk megvalósítani. Az évtizedesnél régebbi technikai lemaradást legalább részben csökkenteni kívántuk, ugyanakkor a megváltozott, EU-kompatibilis környezetvédelmi előírásoknak való megfelelést akartuk biztosítani, mindezt úgy, hogy az egyúttal a vevői igények magasabb szinten történő kielégítését is eredményezze.

Hitelkérelmünkben két alapvető beruházási célt fogalmaztunk meg, a homokregeneráló rendszerünk modernizációját és az öntvénytisztítás áthelyezését és modernizációját.

Az első cél megvalósításához a régi Klein-gyártmányú egységek felújításán túl porleválasztót, rögtörőt, Rotareg típusú regeneráló berendezést és új homokhűtőt terveztünk beépíteni. Terveink szerint ezzel a beruházással lehetővé válik, hogy a homokrendszerünkben forgó homokkeverék műszaki paraméterei megbízhatóan megfeleljenek az előírásoknak, csökkenjen az újhomok- és gyantaigény. Ezáltal kevesebb kiszállítandó, a környezetet terhelő használt homokot kell deponálni, és javul több, selejtveszélyt jelentő gyártási körülmény. Az újhomok-felhasználás csökkenése lehetővé teszi számunkra a homokszárító részleg leállítását, amely környezetvédelmi szempontból szintén neuralgikus pont volt.

A második célról: az 1990-es évek elején – amikor az öntőde korábbi kapacitásainak leépítésére kényszerült – a költségek nagysága miatt az öntvénytisztítás megmaradt a korábbi helyén. Ennek következménye volt, hogy két egymást követő technoló-

giai fázis – az ürítés és az öntvénytisztítás – távol került egymástól, és csak igen jelentős logisztikai költséggel voltak összekapcsolhatók. Ugyanakkor a kerületi rendezési terv az öntvénytisztítóhoz közeli területet átminősítette, így a zajjal kapcsolatos előírások tarthatatlanná váltak. A tisztítás áttelepítésével megszüntetni terveztük a zaj által okozott gondokat, miközben a környezetvédelmi előírásoknak megfelelő, a tisztítás technológiai fázisa a megfelelő helyre került. A beruházás során egy új acél-szemcsés tisztítógépet terveztünk telepíteni, a nagyfrekvenciás tisztítóberendezések áttelepítésével és a poreszívás megvalósításával együtt.

Hitelkérelmünket a bank elfogadta, ezt követően az előkészítő munkák megkezdődtek. A hitelkérelemben szerepelt még a gyártóeszközök technológiai hőmérsékletének biztosításához szükséges inframelegítő terület kialakítása, valamint számítógépes rendszerünk részleges felújítása. A hitelkérelem e két utóbbi vállalása a kérelem befogadása után röviddel megvalósult.

Piaci helyzetünk 2004 első felében kedvezően alakult. Nagy szükségünk is volt erre, hiszen a beruházás jelentősebb részét a nyári, meghosszabbított leállás idejére terveztük. Így az első félévben kellett biztosítanunk az éves eredményt. Közben, 2004. május 14-től, cégünk elnevezése Csepel Metall Vasöntőde Kft.-re változott.

2004 elején megjelent a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium 2004. évi pályázati rendszerének kiírása. A felhívásban meghirdetett „SMART-2004-5 Környezetvédelmi szempontú technológiaváltás” pályázati célra „Környezetbarát homokregeneráló és öntvénytisztító rendszer kiépítése a környezeti terhelés csökkentése érdekében” címmel pályázatot nyújtottunk be, amelyet elfogadtak. A minisztériummal megkötött támogatási szerződés alapján a projekt megvalósításához 90 millió Ft vissza nem térítendő állami támogatást nyertünk. Az igénybevétel feltétele a pályázatban leírtak maradéktalan teljesítése volt. Pályázatunk beruházási tartalma ráépült a hitelkérelemben megfogalmazottakra.

A benyújtott pályázatban a környe-

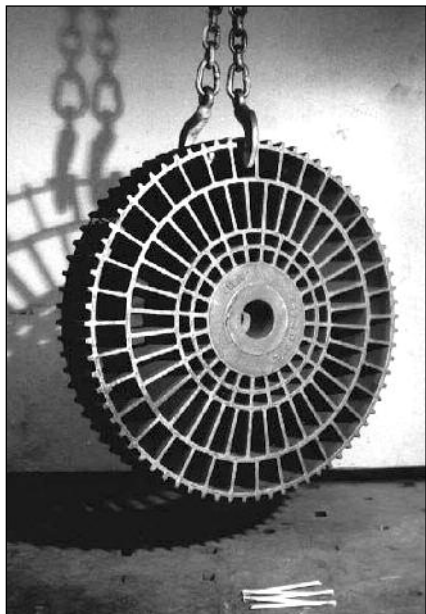
zetbarát homokregeneráló rendszer kialakításában az új Rotareg-típusú regeneráló, homokhűtő és porleválasztó beépítésén túl sor került a csarnokvilágítás korszerűsítésére, az öntőüzemek bejáratú kapuinak cseréjére, az öntvényt egyik csarnokhajóból a másikba szállító kocsi pályájának felújítására. A környezetbarát öntvénytisztító rendszer kialakítása során az új szemcseszűrő és az új frekvencia-átalakító berendezés beépítése mellett megtörtént a nagyfrekvenciás tisztítógépek felújítása és áttelepítése, valamint a tisztítócsarnokban található híddaruk teljes korszerűsítése is.

A pályázatban lefektetett beszerzések és munkálatok 2004 áprilisában, a beadást követően megkezdődtek. A kivitelezés a tervezett ütemezés szerint haladt, a beruházás jelentősebb részét a nyári másfél hónapos leállás idejére terveztük. Szeptember a próbaüzem hónapja volt. Jól vizsgáztak az új berendezések, kiesést gyakorlatilag nem okoztak. A beruházások értéke meghaladta az 1,5 millió EUR-t, beüzemelésével megszüntettünk kilenc poremissziós forrást, a maradék összes emissziós forrásunk (kémények) por kibocsátása a megengedett környezetvédelmi határérték tizede, a megtisztított levegő alkalmas az öntőcsarnok frisslevegőpótlására. Az új homokigény a korábbiak tizenötöde. A zajszint megfelel az előírásoknak. Ezzel teljesítettünk minden olyan környezetvédelmi előírást, amely hosszú távú működésünk feltétele.

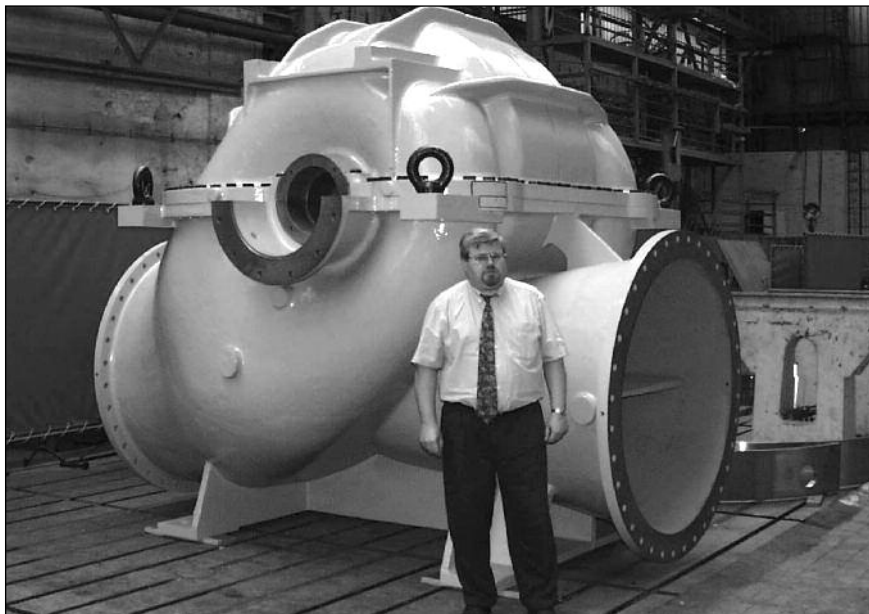
Exportpiaci helyzetünk az év folyamán kedvezően alakult, összes exportunk 37%-át a finn Kalmár és a német Gewiss cég rendelései jelentették. Mindkét piacra közepes sorozatú gépöntvényt szállítottunk. Ezek a kapcsolatok éveken át jól működtek, sőt napjainkban reményteljes az új megkeresés. Az évet a másfél hónapos leállás ellenére 52 millió Ft eredménnyel zártuk.

A következő évek a javulás, a felemelkedés, az eredményesség éveit voltak. Konszolidálódott a helyzetünk. Mindenki nagyon sokat dolgozott, a kitartó munkának eredménye lett. Elérkezett az idő az öntőde termékszerkezetének tisztítására.

2005 a környezetvédelmi és tech-



■ 7. ábra. Cementműi adagoló rotor GGG50



■ 8. ábra. Moby Dick atomerőműi vízkeringtető szivattyúház

nológia-korszerűsítési beruházásunk befejezését követő első teljes év volt. Az új és felújított berendezések az egész év során folyamatosan és problémamentesen működtek. Az intenzív marketing hatására az év második felében a jelentősen megnőtt öntvényigény mellett mód volt a nagyobb leterhelés melletti működés ellenőrzésére, a gyártási tapasztalatok megnyugtatóak voltak. A kedvező környezetvédelmi eredményeken túl a beépített új technika a fajlagos anyag- és energia-felhasználási mutatóinkban is javulást hozott. Értékesítésünkben az exporteladások aránya folyamatosan nőtt, miközben árbevételünk évről évre jelentősen emelkedett. Marketing tevékenységünket tudatosan a szivattyú- és kompresszoripar területére fókuszáltuk. 2005-ben a bővülő exportszállítások következtében árbevételünk 12%-kal nőtt. Szélesedő piaci kapcsolatainkban megjelent a KSB német cégcsoport, igen jelentős öntvényigénnyel.

2006-ban nettó árbevételünk közel 40%-kal több volt az előző évinél, az export növekedési aránya pedig meghaladta az 58%-ot. Az árbevétel ilyen mértékű növekedése a volumen 29%-os növekedésével párosult. Ebben az évben megvalósult az a stratégiai célunk, amely szerint öntvényértékesítésünket exportpiacaink bővítésével tudjuk tovább növelni. Célként fogalmaztuk meg az export-

piacok bővítésén túl a magas gyártási kultúrát igénylő szivattyú- és kompresszoröntvények gyártásában jelentős szerep elfoglalását. Mára bizonyos szivattyútípusoknál ezt a célt elértük. Szállításaink Európába, elsősorban az Európai Unió országaiba történnek, 2006-ban azonban bevételünknek 10%-át már az USA-ba, Ausztráliába és Kínába történt eladások jelentették.

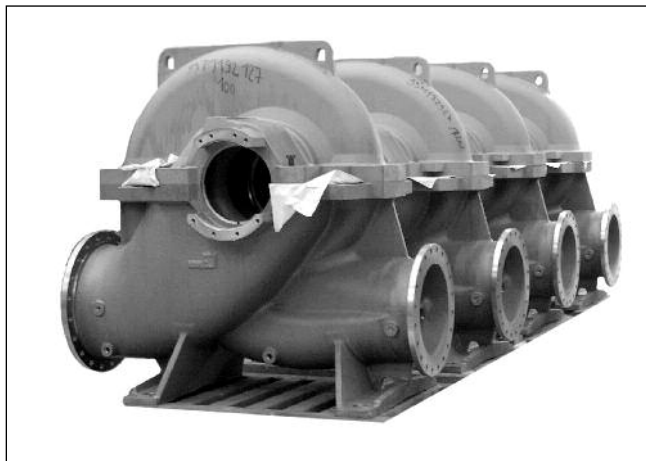
2007-ben további növekedést értünk el. Termelésünk bővült, árbevételünk változatlan belföldi értékesítés mellett 11%-kal nőtt. Európa 12 országába exportáltunk, összes értékesítésünk 41%-át azonban a német piac jelentette. Gyártmányösszetételünk az évek során fokozatosan átalakult, a korábbi szerszámgép- és egyéb gépöntvény dominanciáját a szivattyú- és kompresszoröntvények gyártása vette át. 2007-ben az eladott mennyiség 65%-át ez utóbbi öntvénytípusok adták.

2008-ban minden korábbinál magasabb eladási szintet értünk el. Az előző évhez képest újra 11%-kal nőtt nettó árbevételünk, elérte a hárommilliárd Ft-ot. A folyamatos növekedésre a külgazdasági környezeten kívül – a jó piaci munkán és a jó minőségben, határidőben történő gyártáson túlmenően – kedvező hatással volt a folyamatosan magas piaci igény miatt lehetővé vált profilisztítás. A technológiai rendszerünkbe csak nehézkesen, nagy költséggel il-

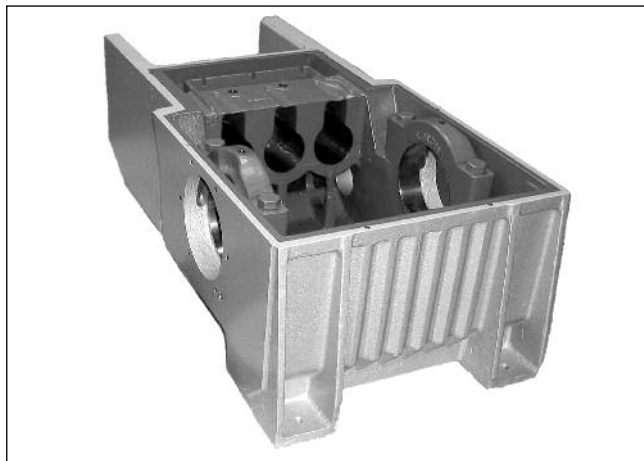
leszthető öntvények gyártását – a vevővel történt egyeztetés után – megszüntettük. Az árbevétel folyamatos emelkedése mellett előnyös költségstruktúra alakult ki, így éves zárásunk is egyre jobb eredményt mutatott. Ez az év öntödénk újkori életében a legeredményesebb volt, az export aránya elérte a teljes értékesítés 96%-át.

2009-re – másokhoz hasonlóan – cégünknel is a válság nyomta rá a bélyegét. Már az év elején szembesültünk a piaci igények erőteljes csökkenésével. Az előző év végén még kedvező rendelésállományunk néhány hónap alatt a felére csökkent. Gazdaságos működésünk fenntartásához költségelemzést végeztünk, meghatároztuk a költségcsökkentés lehetséges pontjait. Igyekeztünk kihasználni a munkaszervezés lehetőségeit. A piaci igényeknek megfelelően racionalizáltuk a termelési folyamatot. A főbb termelő berendezések működési idejét az adott körülményekhez igazítottuk, csökkentettük a műszakszámot, március 1-jétől bevezettük a heti 30 órás munkaidőt.

Az éves értékesítési adataink azt mutatták, hogy vevőink igénye a felére csökkent ugyan, de piacot nem veszítettünk, öntőmintát nem vittek el. A mennyiségi csökkenés a gyártmányszerkezetben a korábbi évekhez képest csak kismértékű változást okozott, a szivattyúöntvények dominanciája erősödött a gépöntvények rovására.



■ 9. ábra. RDLO szivattyúházak GGG40.3



■ 10. ábra. Tejcondenzáló forgattyúháza GGG50



■ 11. ábra. A Margit híd díszoszlopai GG25

Az év során stratégiát dolgoztunk ki az újbóli növekedés lehetséges irányaira vonatkozóan. Két, egymást kiegészítő alternatívával számoltunk. Az egyik a már ismert termékkörben a régi és új partnerek felkutatásával piacunk bővítése, a másik új termékcsoport gyártásával új piaci szeg-

mens megszerzése. Ahhoz, hogy tartósan a piacon maradhassunk, újra kellett gondolni egész helyzetünket, egy keresleti piacon mozgó értékesítést a kínálati piacon való megmaradás, növekedés irányába kellett fordítani.

2010-ben megkezdődött a gazdasági válságból való kilábalás. Társaságunknál a válság a gyors helyzet-elemzésnek és hatékony intézkedéseknek, valamint a más öntödékhöz képest talán kedvezőbb piaci helyzetnek köszönhetően nem okozott veszteséges évet még 2009-ben sem. A 2010. évi árbevétel és eredmény adatai azt mutatják, hogy a válságból való kilábalás követelményeihez jól alkalmazkodtunk. Megkezdődött a növekedés, ennek mértéke azonban még csekély, 2009-hez képest mintegy 15%. Ez a növekedés erősödik 2011-re. Olyan multinacionális cégek-nél szereztük meg a korlátozás nélküli beszállítási licencet és kezdtük el a szállítást, mint az ABB, a Siemens AG, a Metso AB és az Andritz AG.

A kialakult helyzethez való alkalmazkodás egyik jellegzetes példája egy eddig nem járatos termékcsoport, a díszöntvények gyártásának a megkezdése. Ezt ugyan csak átmenetnek tekintjük, de jól példázza alkalmazkodóképességünket.

2010 nyarán a Margit híd díszöntvényeinek és szobrainak gyártására vállalkoztunk. Most, 2011 júliusában a befejezéséhez közeledik a projekt. Az

öntvények döntő részét már felszerelték a hídra, a gyártásból nagyon kevés van hátra. A Margit hídon – reményeink szerint még hosszú évtizedekig – egy ország láthatja a csepeli vasöntődében dolgozók kezének munkáját. Büszkéek vagyunk ezekre az öntvényekre, büszkéek vagyunk erre a munkára. Mi így ünnepeljük a csepeli vasöntvénygyártás 100. évfordulóját.

Cégünk, a Csepel Metall Vasöntőde Kft. büszke hagyományaira, gazdag örökségére, a magyar vasöntészetben betöltött meghatározó szerepére. Az 1911-ben Weiss Manfréd által alapított öntőde immáron 100 éve működik folyamatosan eredeti telephelyén, a Csepel Művek területén. Hála az itt dolgozott és dolgozó kiváló szakemberek egész sorának, az eltelt hosszú évek alatt mindig élen járt az új technológiák és új gyártmányok bevezetésében. Sokéves gyártási tapasztalat halmozódott fel a gyárban, generációk örökítették az öntvénygyártás fogásait. A krónikából láthatóan voltak szebben és keservesen megélt időszakai is, de a történetének döntő időszakára a Weiss-i pragmatista gondolkodás és a gondos, jó színvonalú munkába vetett hit volt a jellemző. Ezt a már meglévő és megélt hagyományt szeretnénk a következő évek során tovább vinni, méltó módon folytatni régi elődeink és volt kollégáink munkáját.

■ EGYETEMI HÍREK

A Miskolci Egyetem csoportja a GIFA-n

Idén 12. alkalommal rendezték meg Düsseldorfban a GIFA Nemzetközi Öntészeti Szakkiállítását, amely széles körben mutatta be az öntészet területén az elmúlt négy év rohamos fejlődését. A GIFA mellett lehetőség volt körbejárni és megtekinteni a metallurgia újdonságait bemutató METEC, a hőkezelés és tüzeléstan területén történő fejlesztéseket kiállító THERMPROCESS és az öntészeti újdonságokban bővelkedő NEWCAST elnevezésű kiállító egységeket is. A szakvásáron 1958 kiállító találkozott a 83 országból érkezett összesen 79 000 látogatóval. Ezen a magas színvonalú szakmai találkozón részt vett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Tanszék szervezésében öt oktató, hét PhD-hallgató és -kutató, tizenkét BSc- és hat MSc-hallgató.

A csoportot az első napon személyesen fogadta a vásár igazgatósága és közös fényképet is készítettünk (1. kép) Friedrich-Georg Kehler úrral, a vásár igazgatójával és

Máté Szilviával, a düsseldorfi vásár magyarországi képviselőjével.

A vásáron a csoportnak bemutató előadást tartottak a Foseco, a Nova Cast Systems AB, a Hüttenes-Albertus, a Morgan és az ELKEM cégek szakemberei, ami mindenképpen hasznos volt, hiszen az öntészet más-más területeinek kiemelkedő fejlesztéseit ismerhettük meg közelebbről is.

Az említetteken kívül sok más kiállító standját is alaposan megnézhettük, kérdéseket tehattunk fel, ami akár egy további szakmai kapcsolat kezdetét is jelentheti a jövőben. Az egyetemek standjainál lehetőségünk volt külföldi egyetemek képzéseiről érdeklődni, valamint külföldi részképzésen való részvétel feltételeit meg tudni. A standokon sok újdonságot ismerhettünk meg, és számos technológiát láthattunk – ha nem is ipari körülmények között – működés közben.

A szakvásár mellett kitekintést tettünk a kultúra felé is azzal, hogy egy napot Kölnben töltöttünk el, ahol a város nevezetességeit jártuk végig. Megismerkedtünk Düsseldorf belvá-

rosával is, ahol a rendezvénysorozat zárásaként kellemes estét töltöttünk a vásárra érkezett öntészekkel, a szakmai körökben méltán híres Uerige sörözőben.

Az úton való részvétel hasznos és tanulságos volt mindannyiunk számára. A vásáron szerzett tapasztalatok elsősorban ismereteink bővítését szolgálták, ezeket a jövőben TDK dolgozatok, szakdolgozatok és diplomamunkák elkészítése során is lesz lehetőségünk hasznosítani.

A GIFA-n adta át dr. Dúl Jenő tanácskező a Miskolci Egyetemmel kötött együttműködési megállapodást dr. Thomas Heckel, az ARGE Metallguss GmbH vezetője és Håkan Fransson, a NovaCast Systems AB vezetője részére.

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

✍ Dúl Jenő



■ 1. kép. A vásárigazgatóság köszönti a csoportot

Öntészeti Innovációs Fórum

A Miskolci Egyetemen 2011. szeptember 16-án rendezték meg az „Öntészeti Innovációs Fórum 2011” c. szakmai-tudományos konferenciát, amely „A Miskolci Egyetem Technológia- és Tudástranszfer Centrumának kialakítása és működtetése” c. (TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006) projekt Öntészeti Kutató-Oktató Labor (PP5) mintaprojekt keretében valósult meg.

A rendezvényt *dr. Patkó Gyula* professzor, a Miskolci Egyetem rektora és *dr. Sohajda József*, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke nyitotta meg. A „Technológia- és tudástranszfer a Miskolci Egyetemen” c. szakmai előadásával *dr. Deák Csaba* ME stratégiai és fejlesztési rektorhelyettes adott betekintést a projekt jelenébe és jövőjébe. Ezt követően *dr. Gácsi Zoltán* professzor, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja tartotta meg „A Műszaki Anyagtudományi Kar fejlesztési stratégiája” című előadását.

A program során mutatták be az öntészet oktatását és kutatását segítő fejlesztési projektek keretében megvalósított laboratóriumi és műhelyberuházásokat. Erről *dr. Dúl Jenő*, az Öntészeti Tanszék vezetője számolt be előadásában. A projektben teljesített feladatokról öntődei formázóanyagok témában *Tóth Judit* és *dr. Tóth Levente* tartott beszámolót. A könnyűfémöntészeti kutatásokat *Tokár Monika* és *dr. Fegyverneki György* közös előadásban mutatta be. *Dr. Molnár Dániel* „Öntészeti szimuláció a termék és technológia fej-

lesztésében” c. előadásában fejtette ki a projekt eredményeit.

Az Öntészeti Tanszék a projekt keretében továbbfejleszti a kapcsolatrendszerét az öntvénygyártó és öntvényfelhasználó társaságokkal, a Magyar Öntészeti Szövetség tagvállalataival együttműködve bővíti a szellemi és eszközkapacitását, hogy az öntészeti kutatási témák műveléséhez, a partnerek kutatási-fejlesztési feladatainak megoldásához hosszú távon biztosítsa a feltételeket.

A projekt eredménye egy öntészeti kutató-fejlesztő, technológiai vizsgálatokat végző, hazai és nemzetközi oktatási és kutatási projektekből való részvételre alkalmas, önálló jogi személyiségű szakmai információs centrum (spin-off vállalkozás) létrehozása, amely a magyarországi öntődék és öntvényfelhasználó társaságok részére teljesíthető szolgáltatások ellenértékéből és hazai, valamint nemzetközi pályázati projektek bevételeiből tartja fenn magát.

A fenti célok megvalósítását a projekt keretében az országosan egyedülálló, jelenleg is működő Öntészeti Oktató-Kutató Labor továbbfejlesztése és az ipari igények szerinti működtetésének kialakítása biztosíthatja.

A Miskolci Egyetem a projekt teljesítése érdekében együttműködési megállapodást kötött a Magyar Öntészeti Szövetséggel, külföldi öntészeti kutató központokkal és hazai öntődékekkel, továbbá létrehozta a Könnyűfémöntészeti Kihelyezett Nemak Oktató Laboratóriumot Győrben,

a Nemak Győr Alumíniumöntőde Kft.-vel megkötött együttműködési megállapodás szerint, és öntészeti szimulációs laboratóriumot alakított ki.

Dr. Sohajda József, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke az öntészeti technológia- és tudástranszfer folytatásának segítésére irányuló nyilatkozatot adott át *prof. dr. Patkó Gyula* rektornak:

A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) felajánlja a Miskolci Egyetemnek partneri együttműködését az öntészeti technológia- és tudástranszfer elősegítésében, spin-off vállalkozás létesítésében és annak működtetésében.

A MÖSZ vállalja a szövetségi szervezetbe tartozó vállalkozások technológia- és tudástranszferigényeinek a létrejövő spin-off szervezethez való irányítását, felőlük megrendelések létrehozását és továbbítását, esetleges öntészeti klaszter vagy más szerveződések kialakításának segítését, a tevékenységi körhöz tartozó/kapcsolódó, illetve a szervezethez irányítható feladatvégzések, akciók, pályázatok szervezésének kezdeményezését, támogatását. A MÖSZ vállalja a spin-off szervezet létrehozása során felmerülő költségekből a tulajdoni hányadára jutó résznek a társasági szerződés szerinti befizetését.

A spin-off szervezet létrehozására irányuló előterjesztést az Egyetem vezető testületei az októberi ülésükön tárgyalják.

Dúl Jenő

KITÜNTETTÉK A CSABA METÁLT

Gratulálunk a Békéscsabán nyomásos öntődét és Szeghalmon fém-szerkezetgyártat üzemeltető Csaba Metál Zrt.-nek abból az alkalomból, hogy 25 személyes „Urbanus” autóbusszával Magyar Termék Nagydíjat nyert, amelyet Majoros Béla vezérigazgató vett át az Országgyűlés gazdasági és informatikai bizottságának alelnökétől.

A BKV tenderére készült, városi közlekedésre tervezett autóbussz 400 millió forintos, hároméves fejlesztés eredménye. Az Urbanus alkalmas mozgássérültek, betegek szállítására, iskolabuszként való használatra is. A befogadóképessége 33 utasra bővíthető. 103 kW-os, EURO 5 környezetvédelmi besorolású dízelmotorja van, kézi és automata nyomatékvtálóval is gyártható. A vázszerkezete rozsdálló acél zártszelvényből készül a szeghalmi gyárban.

További sikeres munkát kívánunk a Csaba Metál kollektívájának!



A díjnyertes autóbussz

Technológiakorszerűsítés a Magyarmet Finomöntődében

A bicskei Magyarmet Finomöntőde Bt. Magyarország vezető precíziós öntődéje, amely a feldolgozóipar különböző ágazatainak szállít beépítésre kész alkatrészeket. A precíziós öntvények iránti kereslet elsősorban a magas minőségi követelményeket támaztó iparágakban tevékenykedő gyártók részéről jelentkezik, amilyen például az energiaipar a reaktoralkatrészekkel, a turbinalapátokkal, valamint a vegyipar, illetve a járműipar a különleges, egyedi anyagösszetételű alkatrészekkel. A cég tudatosan készült arra, hogy ezen iparágak felé, elsősorban a speciális öntvények és a járműipar felé nyisson, ezért szerezte meg az AS 9100 repülőgépbeszállítói minőségirányítási rendszertanúsítványt.

Az öntőde munkatársai jól képzett, tapasztalt szakemberek, akik több éve a gyár alkalmazottai, így a vállalat iránti elkötelezettségük biztosítja, hogy a termékek és a szolgáltatások megfeleljenek a fokozott minőségi követelményeknek. A nagysorozatú gyártás területén szűk keresztmet-

szet volt a viaszmintagyártás, ezért 2011-ben egy projekt keretében technológiai fejlesztést, kapacitásbővítést eredményező újításokat, beruházásokat hajtottak végre. A 2011. évi rendelésállomány teljesítése a viaszmintagyártó-kapacitás növelése nélkül már nem lett volna lehetséges. Szükségessé vált egy új viaszüzem kialakítása és egy nagyobb teljesítményű viaszprés beszerzése, ami a mintagyártó-kapacitás 30%-os növekedését és a járműipari alkatrészek által megkövetelt méretpontosságot eredményezi (1. kép). Annak érdekében, hogy az üzemcsarnok megfeleljen az alkalmazott technológia műszaki paramétereinek, építési és épületgépészeti átalakításokat is el kellett végezni (2. kép). Többek között új elektromos, távközlési és informatikai hálózatot építettek ki, és állandó, 22 °C-os hőmérsékletet biztosító klimatizálással és hőálló padlóburkolattal látták el az új helyiségeket. A dolgozók számára új étkezőt és mosdóhelyiségeket alakítottak ki, illetve egy készáruraktár is felépült.

Az iparágak részéről jelentkező mennyiségi és minőségi igények kielégítése érdekében további fejlesztések megvalósítását tervezi a cégvezetés. A vevők jobb kiszolgálása megköveteli a műszaki paraméterek dokumentálását, ehhez új mechanikai vizsgálóberendezést kívánnak beszerezni. Ezáltal a Magyarmet laboratóriuma akkreditált vizsgálatokat is képes lesz elvégezni. A járműipar részére gyártott kész öntvények méretpontosságát megmunkálással, az előírt mechanikai tulajdonságokat hőkezeléssel biztosítják. A kapacitásbővítést ezen a téren is fokozni szeretnék új hőkezelőkemence és további megmunkálógépek beszerzésével.

2011 augusztusában elindult a termelés az új, korszerű viaszüzemben, amely nem jöhetett volna létre a Gazdaságfejlesztési Operatív Program GOP-211/B keretében elnyert pályázat támogatása nélkül.

Sztányi Ágnes
HR-menedzser



■ 1. kép. Az új viaszpréseknél füstelszívót és egyéni megvilágítást építettek be



■ 2. kép. Kamerával figyelt új konvektor viszi a mintákat az emeletre

Bemutatkozik a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Kémiai Intézete

A kémiai ismeretek oktatása hazánkban az 1735-ben Selmezbányán a bécsei udvari kamara által alapított Bányászati Iskolában (Bergschule) indult meg. Az intézmény 1763 és 1770 között három tanszék létesítésével fokozatosan felsőfokú intézménnyé (Bergakademie) fejlődött. Az első tanszéket Mária Terézia alapította 1763-ban hozott rendeletével Ásványtan-Kémlészet-Kohászati Tanszék néven. Élére a holland származású kémikust, *N. J. Jacquin*-t nevezte ki, az általa megszervezett tanszéket a Kémiai Intézet jogelődjének tekintjük.

A Kémiai Tanszék az alaptárgyak és bizonyos szaktárgyak oktatásával veszi ki részét a képzésből mind az analitikai kémiai, mind a fizikai kémiai területeken. Az oktatási tevékenységének része a környezetvédelem, a hulladékgazdálkodás kémiai megalapozása mellett a környezetvédelmi analitika, kockázatbecslés, hulladékgazdálkodás, hatásvizsgálat stb. oktatása is. Az intézet kutatási tevékenysége jelentős a művelt szakágakban, mind ipari megbízás, mind pályázati formában.

A régió nagy vegyipari vállalatainak támogatásával az Intézet gondozza a vegyipari technológiai szakirányt is, ezzel a kutatási tevékenysége is bővült (szerves és szervetlen kémiai technológia, vegyipari műveletek, gyakorlatok, műszeres kémiai analitika, technológia modellezése, vegyipari technológiák környezetvédelme). A képzési struktúrában az intézet a hulladékgazdálkodási és a környezetvédelmi kiegészítő szakirányt, valamint a mérnök-tanár szakot gondozza.

A 2003-ban elindított Vegyipari Technológiai szakirány oktatási és pénzügyi hátterének javítása érdekében kihelyezett tanszékeket alapítottunk, majd a három tanszékből a Kémiai Intézetet.

A 2008-ban alapított Vegyipari

Technológiai BorsodChem Kihelyezett Intézeti Tanszék elsődleges feladata a hallgatók vegyipari technológiai gyakorlati képzésének erősítése a kémiai technológiai tárgyú gyakorlati órák tartásával a modern vegyipari üzemekben: a BorsodChem Zrt.-nél, valamint a BC KC Formalin Kft., Framochem Kft., Linde Gáz Magyarország Rt., TVK, MOL Tiszai Finomító és Akzo Nobel Coatings Rt. üzemében. A BorsodChem vegyipari technológiai műveleti laboratóriuma a kihelyezett tanszék gyakorlati helye, amelyben az oktatás mellett félüzemi méretű kutatási feladatok végrehajtására is van lehetőségünk.

A Petrolkémiai Technológiai Kihelyezett TVK Intézeti Tanszék hivatalosan 2008 decemberétől működik, de tevékenysége pár évvel korábbra nyúlik vissza. A Tanszék elsődleges feladata a hallgatók gyakorlati képzésének erősítése.

Mindkét kihelyezett tanszék szervezi a nyári gyakorlatokat a gyárakban, a TDK- és diplomamunka-témákat, és konzulenseket biztosít a hallgatók számára. A szakirányt választó hallgatók végzés után ezen ismeretek birtokában álláslehetőséghez juthatnak elsősorban a BorsodChem Zrt.-nél, a TVK-nál, valamint egyéb vegyipari vállalatnál.

Az oktatásfejlesztés szükségessége

A kémiai tanszékek mindvégig a bányász- és kohász-, majd gépészmérnök-képzés megalapozását tartották feladatuknak. Emellett a kémiai tanszékek természetesen az új természettudományos eredmények, kiemelten a környezetvédelmi ismeretek közvetítésében is kezdeményező szerepet játszottak. Az ezredfordulón azonban egyre inkább megfogalmazódott az igény, hogy a Kémiai Tanszék is gondozója legyen szakiránynak, a kémia, mint tudományos disz-

ciplina a kibocsátott diploma megnevezésében is szerepelhessen. Nyilvánvalóan emellett az a praktikus ok is közrejátszott, hogy a Miskolci Egyetem közelségében működött/működnek a hazai vegyipar meghatározó vállalatai, és a Műszaki Anyagtudományi Kar (MAK) nem bocsátott ki mérnököket számukra. A vegyigépész mérnökképzés tapasztalatait felhasználva, oktatóikat is bevonva, 2004-ben a MAK elindította a technológia-orientált vegyipari technológus képzést.

2011-ben kezdeményeztük a „Kémiai folyamatok” felvételét a Kerpely Antal doktori Iskolába, hogy a kémiai és vegyipari technológiák területén az intézet is bekapcsolódhasson a doktori képzésbe, miáltal hosszú távon biztosíthatja az oktatói utánpótlását.

A Kémiai Intézet személyi állománya

Az Intézet igazgatója és a Kémiai Tanszék vezetője 2011. május 1-jétől *dr. Lakatos János* egyetemi docens (2011. április 30-ig *dr. Lengyel Attila* egyetemi docens).

Vegyipari Technológiai BorsodChem Kihelyezett Intézeti Tanszék (vezetője *dr. Ábrahám József* egyetemi docens, a BorsodChem Zrt. létesítményi főmérnöke).

Petrolkémiai Technológiai TVK Kihelyezett Intézeti Tanszék (vezetője *dr. Gál Tivadar* egyetemi docens, a TVK Nyrt. vezető technológusa).

Az előző és jelenlegi tanév oktatóinak listáját az 1. táblázat, a Kémia Intézet által gondozott szakirányokat és vezetőiket a 2. táblázat tartalmazza.

A Kémiai Intézet infrastruktúrája

Az intézet rendelkezik az alapvető kémiai-laboratóriumi eszközökkel. A 60 és 48 fős „nagy”-laboratóriumokat 2010-ben részben saját erőből, nagyobb részt TIOP-beruházás kere-

1. táblázat. A Kémiai Intézet oktatói és nem oktató munkatársai a 2010/11 és 2011/12 tanévben

Név	Beosztás	Szakterületi főbb kompetenciák
Dr. Lakatos János	egyetemi docens, igazgató, tanszékvezető	általános és analitikai kémia, szénkémiai adszorpció, adszorbensek fejlesztése
Dr. Ábrahám József	egyetemi docens, tanszékvezető	szerveskémiai technológiák
Dr. Gál Tivadar	egyetemi docens, tanszékvezető	petrolkémiai technológiák, reakciókinetika
Dr. Berecz Endre	professor emeritus	fizikai kémiai, oldatszerkezet, környezetvédelem, gázhidrátok
Dr. Bárány Sándor	professor emeritus	kolloidkémia, szerves kémia, szupergyors elektroforézis, víztisztítás
Dr. Lengyel Attila	ny. egyetemi docens (2011. 05. 01-től)	általános és analitikai kémia, kemometria, környezetvédelem, hulladékgazdálkodás
Dr. Emmer János	ny. egyetemi docens (2010. 12. 18-tól)	fizikai kémia, kromatográfia
Dr. Bánhidi Olivér	egyetemi docens	analitikai kémia, emissziós spektrometria, kemometria, elektrokémia,
Dr. Sóvágó Judit	egyetemi docens (2011. 08. 31-ig)	kémiai technológiák, fizikai kémia, kémiai technológiák modellezése
Dr. Lovrity Zita	egyetemi docens (2011. 05. 31-ig)	szerves kémia, általános kémia, kromatográfia
Dr. Mogoródy Ferenc	egyetemi adjunktus	általános kémia, kémiai technológiák
Dr. Borzsák István	egyetemi docens (2011. 09. 01-től)	fizikai kémia
Zákányiné Dr. Mészáros Renáta	egyetemi tanársegéd	általános kémia, kolloidika, víztisztítás
Dr. Lengyel Attiláné	műszaki szakoktató	általános és analitikai kémia, fizikai kémia, kromatográfia
Hutkainé Göndör Zsuzsa	mérnökstanár	általános kémia, fizikai kémia, környezetvédelem
Muránszky Gábor	egyetemi tanársegéd	általános és analitikai kémia, spektrometria, kromatográfia
Vanyorák László	intézeti munkatárs (2011. 08. 01-től)	általános és fizikai kémia, nanokémia
Dr. Kadecki Lajos	kutató (2011. 09. 01-től)	kromatográfia
Rugóczy Péter	kutató (2011. 08. 01-től)	adszorpció, adszorbensek fejlesztése
Vanczák Kocsis Judit	előadó	ügyleti, gazdálkodási feladatok, adminisztráció
Dubniczky Tibor	elektroműszerész	műszerek karbantartása, mérőkörök építése
Leskó Imréné	hivatalsegéd	kisegítő feladatok
Császárné Türk Ilona	segédlaboráns	laboránsi feladatok
Ferencziné Bonczos Lília	vegyésztechnikus	laboránsi feladatok
Simon Györgyné	üvegtechnikus	laboránsi feladatok

2. táblázat. A Metallurgiai és Öntészeti Intézet óraadó, illetve külső munkatársai

Szakirány	Vezető
Vegyipari technológiai szakirány (BSc)	Dr. Sóvágó Judit (2011. 08. 31-ig)
Vegyipari technológiai szakirány (MSc)	Dr. Lakatos János
Mérnökstanár (MSc)	Dr. Emmer János és Dr. Lovrity Zita
Műszaki környezetvédelmi szakmérnöki szak	Dr. Bánhidi Olivér (Dr. Emmer János 2010. 12. 18-ig)
Környezetvédelmi kiegészítő szakirány (MSc)	Dr. Bánhidi Olivér (Dr. Emmer János 2010. 12. 18-ig)
Hulladékgazdálkodási kiegészítő szakirány (MSc)	Dr. Lengyel Attila

tében felújítottuk. Ezekben történik az általános kémia, fizikai kémia oktatása. A TIOP-beruházás keretében kialakítottunk egy központi éghető gáz tároló helyiséget és innen kiinduló technikai gázellátó hálózatot. A 12-12 fős analitikai és szerves kémiai laboratóriumunk is öt, ill. hat éves.

A műszerpark az utóbbi időben látványosan megújult. A meglévő atomabszorpciós spektrométereink és kromatográfjaink mellé új UHPLC_MS és GC_MS kromatográfokat, valamint ICP-spektrométert szereztünk be TIOP-beruházásban. Szakképzési alapunkból vásároltuk a szorptométert

az adszorbens- és katalizátor-fejlesztést célzó kutatásainkhoz (1–2. ábra).

Tananyagfejlesztés

Az intézet által oktatott tantárgyak tananyagának korszerűsítése, a mérnök-képzés elvárásaihoz való igazítása érdekében az elmúlt két évben három új elektronikus jegyzet megírására került sor:

Fizikai kémia mérnöknek (vezető: dr. Emmer János és Némethné dr. Sóvágó Judit, további szerzők: dr. Bárány Sándor, dr. Baumli Péter, Hutkainé Göndör Zsuzsanna; a könyvbe dr. Báder Imre által, halála előtt összeál-

lított tananyagot is beépítettük).

Analitikai kémia anyagmérnöknek (vezető: dr. Lakatos János, további szerzők: dr. Bánhidi Olivér, dr. Lengyel Attila, dr. Lovrity Zita, Muránszky Gábor).

Vegyipari és petrolkémiai technológiák (vezető: dr. Ábrahám József, további szerzők: Némethné dr. Sóvágó Judit, dr. Gál Tivadar, dr. Mogoródy Ferenc, valamint vegyipari vállalatok munkatársai: Érsek László, Nagy László, Klement Tibor, Fehér Tamás, dr. Kozár Zoltán, Nemes Csaba, Bálint Szabolcs).



■ 1. ábra. Kromatográfok (UHPLC_MS, GC_MS)



■ 2. ábra. ICP és szorptométer



Kutatói területek és ipari kapcsolatok

A kutatói területeink között megtalálhatók a fizikai kémia diszciplínái, úgymint: homogén és heterogén rendszerek egyensúlyai, diszperz (kolloid) rendszerek tulajdonságai, reakciókinetika, elválasztás-technika, korrózió. Kiemelt terület az adszorpció, adszorbensek és katalizátorok fejlesztése. Ugyancsak kiemelt kutatói terület az intézetben a víztisztítás, különösen a nehezen bomló szerves szennyezők ártalmatlanítása (lebontása) és analitikája. Az analitikai kutatásai főleg emissziós és abszorpciós spektrometria területére esnek, főleg sugárforrás-fejlesztéssel, de módszerfejlesztéssel is foglalkozunk.

A környezetvédelmi kutatásokban a víztisztítás mellett a(z) (ipari)hulladékok (például vörösiszap, páclevek) kezelése és hasznosítása nyer prioritást.

Az utóbbi öt évben ipari partnereink között tudhattuk/tudhatjuk a Borsod-

Chem Zrt.-t, a TVK Rt.-t, a Framochem Kft.-t, a MAL Zrt.-t, a KIPSZERTÜVA Kft.-t, a KIS Kft.-t, a System Consulting Rt.-t. Megbízásaik mellett részt vettünk három kutatói pályázatban, ipari partnerekkel kooperálva.

Szakmai-társadalmi kapcsolatok

Az intézet az utóbbi időben nagy hangsúlyt helyez a szakmai közélettel való kapcsolatok helyreállítására, az intézet bekapcsolására a szakmai közéletbe. Ennek érdekében növeltük aktivitásunkat a MAB Vegyészeti Szakbizottságában (az elnök, társelnök, valamint a munkabizottságok vezetői az intézet vezető oktatói). Megtartottuk tagságunkat az MTA szakmai bizottságaiban is. Jelentősen erősítettük kapcsolatainkat a Magyar Kémikusok Egyesületével. Újraalakítottuk a Miskolci Egyetemi Szervezetet, majd 2008-ban együttműködési megállapodást készítettünk elő a Miskolci Egyetem és az MKE

között. A beiskolázás segítése, az egyetem, a kar hírnevének növelése érdekében vállaltuk öt éven keresztül az Irinyi János középiskolai kémiai verseny döntőjének lebonyolítását, ill. az Országos Diákvegyész Napok egyetemi megnyitóját és a zsűrizésben való közreműködést. Ugyancsak ezeket a célokat szolgálja a Kutatók Éjszakáján való közreműködésünk, amely örömmel látjuk, nagy siker. Mindig zsúfolásig telt előadóban végrehajtott kísérletekkel és éjjel tartó spektrometriai bemutatóval igyekszünk a kémiát népszerűsíteni.

Lengyel Attila

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

EGYETEMI HÍREK

2011. június 18-án a Műszaki Anyagtudományi Kar diplomaosztó ünnepségén 19 frissen végzett mérnök vette át oklevelét: anyagmérnök BSc-szakon 1 fő, kohómérnöki egyetemi szakon 8 fő, anyagmérnök MSc-szakon 6 fő, kohómérnök MSc-szakon 4 fő. PhD-oklevelet szerzett Ádámné Major Andrea, Kuzsella László és Pázmán Judit. A diplomaosztó ünnepségen további kitüntetések is átadottak: prof. dr. Patkó Gyula rektor: prof. dr. Szűcs István „Pro Universitate”, dr. Lengyel Attila a „Miskolci Egyetem Kiváló Kutatója”, Veres Judit a „Miskolci Egyetem Kiváló Dolgozója” kitüntetés, dr. Diószegi Attila címzetes egyetemi tanári cím, dr. Dúl Jenő a Hallgatói Önkormányzat „Kiváló Oktató” oklevelét, Kéri Zoltán pedig „Becsület-diplomát” vehetett át.

Dr. Török Béla (szerzőtársai: Kovács Árpád, Gallina Zsolt) „Ironmetallurgy of the Pannonian Avars of the 7–9th Century Based on Excavations and Material Examinations” (Pannóniai avarok vaskohászata a VII–IX. században, az ásatások és anyagvizsgálatok alapján) címmel tartott előadást az Archaeometallurgy in Europe (Archeometallurgia Európában) nemzetközi konferencián, melyet Bochumban, 2011. június 29 – július 1. között rendeztek.

Dr. Patkó Gyula professzort, az ME rektorát augusztus 20-a alkalmából tudományos, kutatói és oktatói munkássága, szakmai-közéleti és egyetemvezetői tevékenységének elismeréseként a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztjével jutalmazták.

Dr. Fuchs Erik György c. egyetemi tanárt augusztus 20-a alkalmából a Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztjével tüntették ki.

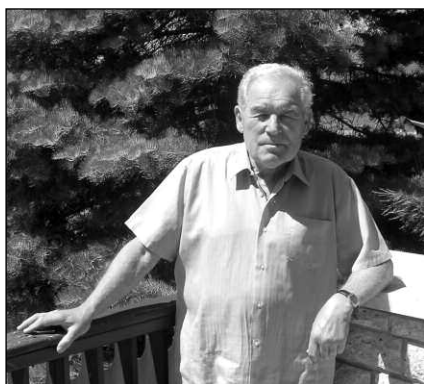
Dr. Palotás Árpád, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának dékánhelyettese átvette professzori kinevezését, így 2010. szeptember 1-jétől egyetemi tanárként folytatja munkásságát.

Dr. habil. Bárczy Pálnak, a műszaki tudományok kandidátusának, és dr. Károly Gyulának, a műszaki tudományok doktorának prof. dr. Patkó Gyula, a Miskolci Egyetem rektora professor emeritusi címet adományozott.

Mende Tamás

NÉVJEGY

Dr. Dózsa Lajos közgazdász



1933-ban született Szőnyben. Iskoláit Szőnyben, Komáromban és Budapesten végezte. 1953–1957 között a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem hallgatója volt, ahol az Ipar Karon szerzett diplomát. 1957–1969 között az Almásfüzitői Timföldgyárban dolgozott különböző beosztásokban (tervelőadó, osztályvezető, főosztályvezető, igazgatóhelyettes). 1969–1974 között az MSZMP KB Gazdaságpolitikai Osztályának politikai munkatársa, majd 1974–1990 között a Magyar Alumíniumipari Tröszt igazgatótanácsának elnöke, vezérigazgatója volt. 1990. november 1-jén nyugállományba vonult. 2011 júniusában Szablyár Péter beszélgetett vele.

A központi pártapparátusból került a Magyar Alumíniumipari Tröszt élére. Önkéntes vállalás, pártfeladat, vagy egyszerűen csak egy nagy kihívás volt az Ön számára, mint vállaltszervezéssel foglalkozó közgazdász, iparpolitikus?

• Az alumíniumiparral kapcsolatos történetem egy kicsit korábban kezdődött. Tisztábban látunk, ha néhány kiegészítést fűzök hozzá.

Diákéveim szünideinek döntő többségét a magyar alumíniumipar egyik zászlóshajóján, az Almásfüzitői Timföldgyárban töltöttem. 16 évesen kőművesek mellett dolgoztam, mint segéd munkás, 18 évesen pedig 12 órás műszakba jártam az akkor induló gyáróriásba.

A Közgazdasági Egyetem Ipar Karát 1957-ben fejeztem be, és számomra természetes volt, hogy a Timföldgyárba kérjem felvételem, és keressem boldogulásomat.

A gyár vezetése nagy kihívásként fogadta a gazdasági mechanizmus reformját, és 1965–69 között figyelemre méltó eredményeket ért el, amiből én, mint közgazdász, mint főosztályvezető, később igazgatóhelyettes kivettem részemet. Az Almásfüzitői Timföldgyárban eltöltött 12 év életre szóló nagy iskola volt számomra.

Egy időben a Pártközpont Gazdaságpolitikai osztályára a vállalati belső mechanizmussal foglalkozó munkatársat kerestek, és megkeresésükre igent mondtam. A vállalati belső mechanizmussal, a vállalati szervezetséggel számítógépesítéssel kapcsolatban készülő Politikai Bizottsági határozatok, kormányrendeletek kapcsán többször találkoztam Székér Gyula nehézipari miniszterrel, aki kezdettől tudta, hogy az alumíniumiparból jöttem, ezért amikor megüresedett az Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatói széke, engem kért fel, és én elfogadtam.

Így azután belőlem, a közel negyven év alatt senki nem próbált pártéjtörnyöst csinálni. Ilyen előzmények után természetes volt, hogy a pártközpontban lejárt mandátumom után az alumíniumiparban folytattam munkámat, ahol 16 éven át a Tröszt vezérigazgatója és az igazgatótanács elnöke voltam.

Összefoglalva: önként vállaltam a felkérést, óriási feladatnak tartottam, és nagy kihívásnak, hogy megbízást

kaptam Magyarország iparági nagyságú szervezetének komplex, rendszerszemléletű vezetésére. Hosszú idő távlatából is úgy látom, hogy ennél szebb, embert próbálóbb feladatot aligha kaphattam volna.

Az alumíniumipar a 20. században a hazai (nemzeti) ipar egyik meghatározó tényezője lett. A négy alumíniumkohóban (Csepelt is beleértve) több mint 3 millió tonna fémalumíniumot állítottak elő fennállásuk alatt. Az európai integráció még csak délibáb volt, ez az iparág már jelentős technológiai-kereskedelmi kapcsolatokkal rendelkezett Európában. Amikor a tröszt élére került, az „örökölt” kapcsolatokat (Pechiney – CEGEDUR együttműködés) sorra bővítette: Norvégiától Japánig. Ezt tekintette kitörési pontnak, vagy már érezte, hogy a szovjet kapcsolatokat így lehet egyensúlyban tartani?

• Magyarország viszonylag jelentős bauxitkészlete, az ország és az iparág adottságai kezdettől fogva objektív szükségszerűségként vetették fel, hogy bauxitkincsünk hasznosítását, annak optimalizálását az országhatáron kívüli lehetőségek és szükségszerűségek figyelembevételével végezzük.

Így volt ez, amikor a II. világháború előtt Németországba, utána Csehszlovákiába bauxitot exportáltunk, az ötvenes évektől timföldet szállítottunk a Szovjetunióba, Lengyelországba, Ausztriába és más országokba is.

Az alumínium feldolgozottsági szintjének rohamos növekedése, versenyképességünk fokozása a világszínvonalnak megfelelő technika és technológia megszerzése, és nem utolsósorban a korszerű, magas árfekvésű termékek dollárrelációban történő értékesítése csakis a világ valamennyi lehetőségének a hazai hasznosításával volt elképzelhető.

Nem hagytuk, hogy az embargó megbénítsa bennünket, nem hagytuk, hogy a KGST, vagy a kétoldalú testvéri kapcsolatok a magyar alumíniumipar kárára érvényesüljenek, miközben kapcsolataink jól szolgálták szinte valamennyi szocialista ország érdekét is.

A dollárbevételi többletek ígérétével és teljesítésével a fejlődésünk fontos feltételét jelentő dollárimport fedezet rendelkezésre állásában és szinte minden jelentős kérdésben magunk mellett tudhattuk az érintett banki- és kormányzati szerveket.

A nyolcvanas évekre olyan integrációs konstrukciók alakultak ki, hogy jó és eredményes kapcsolataink voltak Svédországtól, Norvégiától Görögorszáig, Olaszorszáig, Franciaországtól Indiáig, Japántól Amerikáig, Ausztráliáig.

A legértékesebb, konvertibilis relációjú félgyártmány exportunkat így tudtuk a nyolcvanas évek végére jó piaci feltételekkel teríteni (Skandinávia 25%, Nyugat-Európa 49%, Közel- és Távol-kelet 10%, USA 16%).

A magyar alumíniumipar – hasonlóan a világ alumíniumiparához – állandó vertikális átalakuláson ment át, ezen belül gyökeres strukturális átrendeződés ment végbe. Volt példa a horizontális változásra is. A vertikum évtizedeken keresztül biztosította az iparág dinamikus növekedését, exportképességét, a feldolgozottsági szint növelését, a hazai alumíniumipari szükségletek kielégítését, miközben állandóan elégedetlenek voltunk a vertikum felső szintjének kiépítettségével.

Ez akkor is így volt, amikor a szervezet évről évre fokozta teljesítményét, hatékonyságát. A szovjet egyezmény maradéktalan teljesítése mellett stratégiai kérdés volt az utóbbi évtizedekben a magas kikészítettségű félgyártmányok, készárúk dollár relációjú exportjának növelése, ami maradéktalanul teljesült. Konvertibilis exportunkban a hengerelt félgyártmányok 1975-ben 8%-ot, 1988-ban már 25%-ot adtak, sajtolat, húzott termékek 1975-ben 1%-ot, 1988-ban 12%-ot adtak, miközben dollárexportunk többszöröződött.

A rendszerváltás utáni első ipari minisztérium vezetése miniszteri értekezleten 1990. október ötödikén

értékelte a Magyar Alumíniumipari Tröszt hosszabb távon végzett munkáját, és emlékeztetőjében a következő mondatban összegezte véleményét:

„A Magyar Alumíniumipari Tröszt ez idáig feladatait eredményesen teljesítő szervezet, 1990-ben várhatóan 3,5 Md eredményt, közel 450 millió USD konvertibilis exportot, 400 millió USD export-import szaldót ér el 23 Md Ft értékű vagyon működtetésével.”

Mondanom sem kell, hogy számomra milyen fontos megállapítás volt, hiszen 1990. november elsején mentem nyugdíjba. Ismét igazolva láttam azt, hogy az adott fejlesztési erőforrások oldaláról adott lehetőségek birtokában állandóan egy maximális átrendezést végeztünk a struktúrában. Ez egyszerűen kötelező volt, és az egész dinamikus fejlődésnek és a hatékonyságjavításnak ez volt az alapvető fokmérője és meghatározója.

Hogy a lényegét érthetővé tegyem: mi egy tonna import szovjet fémből a lehető legnagyobb – akár többszörös – értéket tudtunk a piacon realizálni! Mindezt a magyar élő- és holt munka felhasználásával. Ez az egyezmény üzleti megfontolásainak egyik kardinális kérdése volt. Az egyezmény objektív adottságai, üzleti struktúrája, árszerkezete, s ezek együttes hatására kialakult eredmény mindenképp előtt a magyar alumíniumipar, a magyar gazdaság érdekeit szolgálta. Úgy gondolom, hogy az egyezmény megszűnésének a magyar alumíniumiparra gyakorolt hatását látva mindenki előtt világossá vált: mit is jelentett ez az együttműködés a magyar gazdaság számára.

A teljes iparági vertikum az Ön vezetése alatt vált egységes egészszé, különböző fajsúlyú vállalatokból felépítve. Visszatekintve sikeresnek minősíti az így kialakult vertikumot, vagy egy-egy láncszemét erősebbre méretezte volna? Az akkor legkorszerűbb vállalatvezetési módszereket vezette be, egyedi engedélyekkel a legkorszerűbb (embargós) számítástechnikai eszközöket állította a cégcsoport irányításának szolgálatába. Visszatekintve ma hogyan ítéli meg, meghozták ezek az áldozatok az Ön által elvárt eredményeket?

• A hatvanas évek első felében a magyar alumíniumipar tröszt szervezetté alakult, amely lehetővé, egyben szükségessé is tette, hogy lentől és felülről irányított átfogó formai és tartalmi átrendeződés menjen végbe. A hetvenes évek elejére a Magyar Alumíniumipari Tröszt már országosan is elismert, jó termelő szervezetnek minősült. A vezetési hatékonyság színvonalának további emelését nem annyira a számítástechnika mennyisége és minősége gátolta, mint inkább a személyi feltételrendszer elégtelensége. Számomra a hetvenes-nyolcvanas években az jelentette a legfájóbb pontot, és az itt elért eredményekkel voltam a legkevésbé elégedett. Ez a körülmény ha lassította, vagy pontatlanította is döntési mechanizmusunkat, de a hagyományos utak javításával általában időben és hatékony döntéseket hoztunk.

Tudtuk, hogy mit várhatunk a számítástechnika igénybevételétől, de ezek az eredmények maradéktalanul nem jöttek. Ezért ezeket a hagyományos számítási módszerekkel, döntési eljárásokkal tudtuk pótolni. Bár a számítástechnika így is a kockázatsökkentés eszközévé vált, és hozzájárult ahhoz, hogy időben nem meghozott döntések a tröszt működését nem akadályozták.

A tröszt vezetése megkövetelte, hogy a vezetés minden szintjén ismerjék és érvényesítsék a vezetés általános elveit. Például azt, hogy a tröszt minden szintjén a vertikális összefüggések figyelembevételével, rendszerszemléletben kell dönteni. És azt, hogy a jó döntéshez a szükséges idő, pénz és szakmai felkészültség rendelkezésre kell hogy álljon.

Az például az egész magyar alumíniumipar döntési rendszerének egyik kardinális kérdése volt – és a trösztközponthoz erre különösen súlyt fektettünk – hogy a vertikális szemléletű hatékonyság érvényesüljön. Ugyanis minden vállalat a maga tevékenységét saját szervezeti egységére optimalizálta. Ez azonban negatív hatású lehetett vertikális összefüggésben. A szintézist a tröszt központ következetesen ellenőrizte.

Ma is az a véleményem, hogy a tröszt vezetése a legszélesebb értelemben magasabb szinten állt, mint az őt kiszolgáló technika, ennek sze-

mélyi, szervezeti feltételrendszere. Vagyis: a technikai hiányosságainkat próbáltuk a személyi feltételrendszer javításával kompenzálni. Ezért is volt gyakran személycseré a vezetésben.

Kulcskérdésnek tekintette az innovációt, mégis általában elégedetlen volt ennek iparágon belüli sebességével, teljesítményével. Ma visszatekintve miben látja ennek fő okait? Elégetlennek ítélte a termelő vállalatok és az iparági fejlesztő intézet közötti szakembermozgást, ezen érdemben mégsem tudott változtatni. Mi lehetett a kétoldalú ellenállás oka?

• A magyar alumíniumipar integrációs szükségszerűségei, vertikális kiépíttetésének rohamos emelkedése nem nélkülözhetette a tudományos, gyors és hatékony megújulást. A tröszt ez irányú tevékenységével alapvetően elégedett voltam. De sokat bosszankodtam azért, mert a nem megfelelő együttműködés az iparág innovációját leginkább szolgáló helyek között rontotta a munka hatékonyságát. A rossz szervezeti rendszer, döntési mechanizmus, érdekeltségi rendszer vagy az emberi hiúság nem várt akadályokat emelt a tröszt vállalatok kutatást-fejlesztést szolgáló helyei, a tröszt kutatóintézete, a tervező- és vállalkozásokat összefogó intézet és a trösztön kívüli kutató-fejlesztő helyek között. Évekig tartó átfogó intézkedésekkel lényeges javulást értünk el, többek között azzal, hogy összevontuk a nagy önálló múlttal rendelkező Alumíniumipari Tervező Intézetet és a Fémipari Kutató Intézetet egy kutató-tervező vállalattá.

Arra nem emlékszem, hogy kutató-fejlesztő tevékenységünket vagy országhatáron kívüli vállalkozásainkat trösztön belüli szakember átcsoportosítás akadályozta volna. Ebben jelentős szerepet játszott az anyagi érdekltség és a szakmai előrelépés.

A Magyar Alumíniumipari Tröszt fajlagos műszaki fejlesztési költségei Magyarországon a legmagasabbak közé tartoztak. Egyetlen jó ötletet sem hagyunk elveszni. A kutató-fejlesztő munkával kapcsolatban mindig alapvető követelmény volt, hogy azt a tröszt vállalatok eredményesebb működésének szolgálatába

állítsák. A cél az volt, hogy a kutató-fejlesztő-tervező-vállalkozó szervezetek magasabb színvonalon, direkt módon szolgálják a Magyar Alumíniumipari Trösztöt, hogy tevékenységük integrálódjon a tröszt vállalatokba és immanens részévé váljanak a tröszt folyamatoknak. Konvertálható, innovációs kapacitásuk a tröszt termelő vállalatok hatékonyságát szolgálva sokszorosával járult hozzá a tröszt hatékonyságának javításához, mintha azt trösztön kívül realizálták volna. Ezért bár megértettem – sőt büszkeséggel töltött el – hogy intézetünk, vállalataink rendszeresen közreműködtek az ENSZ és nagy világcégek kutatási-tervezési-fejlesztési-beüzemelési feladatainak teljesítésében, de megengedhetetlennek tartottam, hogy ha ezek a vállalkozások elvonták a legjobb szellemi erőforrásokat a magyar alumíniumipar fejlesztését közvetlenül szolgáló kutatásoktól. Ez reális veszély volt, mert az egyéni érdekek itt rendkívüli módon motiválták a résztvevőket.

Az innovációs folyamatok teljes mechanizmusának átalakításával, a szükséges személyi változtatásokkal nem csak az ellenállást sikerült felszámolni, de a szükséges irányokba is sikerült mobilizálni az erőforrásokat.

A városi legendákban fel-felbukkan a szovjet-magyar egyezmény misztikus története. Ön már örökölte ezt a volumenében szinte mindent meghatározó konstrukciót. Hogyan illesztette ehhez a stratégiai elképzeléseit? Nagy lehetőségnek vagy szükségszerű kötöttségnek tekintette? Üstökösként még manapság is fel-felbukkan a rejtélyes gallium-üzlet, a bauxitban található titán stratégiai jelentőségének víziója, az újságok címlapjára kerülő legendákat azonban senki nem cáfolja...

• A szovjet-magyar alumíniumipari egyezmény az én stratégiámat is meghatározta és egyértelműen nagy lehetőségnek tartottam. A tröszt stratégiája az én tizenhat évi vezetésem alatt az volt, hogy

- a lehető legjobb export-import fel tételek mellett minél tovább életben tartsuk az egyezményt, és
- az új, rendelkezésre álló, mintegy 200 Et alumínium alap-

anyagot a lehető legmagasabb feldolgozottsági szinten, hatékony dollárkitermelési mutatóval exportáljuk, miközben maradéktalanul kielégítjük Magyarország alumíniumipari szükségletét.

Ez volt a magyar alumíniumipar két stratégiai pillére. Az egyezmény, ami biztosítja a forrást, másrészt a feldolgozottsági szint növelése, ami biztosítja a leghatékonyabb értékesítést.

Érdemben 1985-ig nem is rendelkezünk más alternatívával, de az akkor folyó, az egyezmény meghosszabbítását előkészítő kétoldalú tárgyalások – amelyek 1990-ig specifikálták az alapszerződést – egyes mondataiból arra következtettem, hogy már nem csak a szovjet alumíniumipari vezetők, de a szovjet kormány vezetői is szeretnének kibújni ebből az 1962-ben kötött megállapodásból. A tröszt vezetés ettől kezdve feladatának tartotta, hogy az egyezmény mellett más alternatívát is keressen az alumíniumipar boldogulására 1990 utánra. A timföld-alumínium egyezmény aláírása óta egészen napjainkig a leginkább átpolitizált megállapodás volt ez, mind az együttműködés támogatói, mind az azt ellenzők részéről.

A tudatlanságból fakadó és tudatos politikai szándékkal megfogalmazott vélemények valótlanosságát mi alumíniumiparosok tudjuk igazán, de konkrétumok sokasága sem volt elég egyesek számára, hogy véleményüket megváltoztassák. Legszívesebben emlegették a titánt, mint stratégiai anyagot, amit a timfölddel együtt a Szovjetunióba szállítunk, holott a titán a vasat kísérve gyakorlatilag teljes egészében a vörös iszapba került, és teljes egészében Magyarországon maradt. E pusztán tény megértéséhez nem kell szakértelem, ezért furcsa, hogy Magyarországon van olyan nyugalmazott reumatológus főorvos, aki évtizedek óta ezt a nótát fújja. Teszi ezt akkor, amikor a magyar bauxit titántartalma mindössze max. 1-2% TiO₂, és érdemi bauxitszállításunk a Szovjetunióba soha nem is volt.

Az aktív vízvédelem mellett kibányászott bauxit indítékait tehát nem a szovjet titán-szükséglet, hanem a jól átgondolt és évtizedeken át bizonyított magyar érdekek diktálták.

20 évvel az ún. rendszerváltás után ennek a hajdan virágzó iparágnak az emléke is Csipkerózsika-álmát alussza, a tavalyi vörösiszap-tragédia még a halványuló emlékképet is tovább rombolta. **Vezérigazgató Úr, miben látja ennek okait?**

• A 40-50 és az e feletti korosztály jól emlékszik a privatizálás előtti magyar alumíniumiparra, és ha azt nem is tudja, hogy ez az iparág a magyar ipar minőségi mutatóinak rangsorolásában évtizedeken keresztül az első három között volt, de azt tudja, hogy jelentős iparág volt, és jól szolgálta nem csak az ott dolgozó 20-25 ezer ember érdekét, de hasznára volt az egész országnak.

Hogy érintette a vörösiszap-katasztrófa híre?

• A Magyar Alumíniumipari Tröszt többszörös vertikális struktúrája magában hordta a bányászat, a vegyipar, a kohászat és a gépipar szinte valamennyi veszélyforrását. Nem véletlen, hogy sok évtizeden keresztül a vörösiszap-terek helyének meghatározása, megépítése, feltöltése, majd rekultiválása kiváló, nagy gyakorlattal rendelkező szakemberek irányításával készült, nem kímélve az anyagi ráfordítást.

Hogy egy ilyen tragédia bekövetkezett, annak éppúgy lehetnek objektív és szubjektív indítékai, de ennek megállapítása körültekintő szakmai feladat, és nem politikai széljárástól függő kinyilatkoztatás. Bár két évtizede, hogy megszűnt az aktív kapcsolat a magyar alumíniumiparral, de sem azóta, sem az aktív 30 éves alumíniumipari szolgálatom alatt történt tragédia nem rázott meg annyira súlyosan és tartósan, mint a mostani. Mielőbb szeretnék tisztán látni, de ha a jogerős bírói döntéshez nem áll rendelkezésre a szakvélemény, akkor én is csak felelőtlenül nyilatkozhatnék, és ezt nem teszem.

Az ún. rendszerváltás előkészítését két nagy környezetvédelmi botrány szolgálta: Bős-Nagymaros (a dunai vízlépcső-rendszer) és a Hévízi-tó, ill. a tóforrás hozamcsökkenéséhez kapcsolt dunántúli karsztvízszint-süllyesztés. Az utóbbi ügyben keményen harcolt egy olyan kompromisszumért, ami –

műszaki beavatkozásokkal – de biztosíthatta volna a bauxitbányászat fenntartását. Ma hogy látja: reális volt ez a célkitűzés?

• A magyar alumíniumipari vezetésben még csak a gondolata sem vetődött fel annak, hogy esetleg a Hévízi-tóforrás használhatóságának a rovására jusson hozzá a 3 millió tonna jó minőségű bauxit. Viszont hosszú évek során mindig megtettük azokat a preventív intézkedéseket, amelyek mellett a tó üzemeltetése biztosított volt. 1988 júniusától a Magyar Alumíniumipari Tröszt szintén rendelkezett azzal a hatósági engedéllyel, amely a Hévízi-tó üzemelését figyelembe véve előírta az évi átlagos vízemelést, és hogy a vízemelést 1993. december 31-ig be kell fejezni.

Ezen előírások betartásával, jó részt már kiépített bányákkal, ki tudtuk volna bányászni Magyarország legjobb minőségű bauxitját, és 1994. január elsejével elkezdődött volna a víznívó helyreállítása. Sajnos 1988 második felétől a Hévíz–bauxitbányászat vita olyan politikai töltetet kapott, hogy akkor, már az ország miniszterelnökét is beleértve, nem találtunk olyan személyt, vagy fórumot, aki az összes objektív ismeret birtokában népgazdasági szintézisre lett volna képes, és rendelkezik az akkor szükséges politikai bátorsággal. Katasztrófa hangulatot csináltak, de katasztrófahelyzet nem volt. Igen, akkor is, és most is az a meggyőződésem, hogy ez a harcunk megsemmisült a rendszerváltás tüzeiben, amelynek ropogása mindmáig zavarja nyugalmam. Ha a Hévízi-tó és a bauxitbánya három évtizedes együttélése után még együtt tudták volna szolgálni négy-öt évig a magyar gazdaság érdekeit, akkor még további 100-120 millió dollárral járulhattak volna hozzá az ország fizetési mérlegének javításához.

Az iparág élére kerülésével mint vezetőt, legendák övezték. Puritán vezetőnek tartották. Sokszor maga vezette a szolgálati gépkocsiját, a tröszt vállalatoknál történt hajnali megjelenéseiről szóltak a hírek, a közvetlen munkatársai magánéletéig elérő figyelméről. Miért tulajdonított ezeknek ilyen jelentőséget? Volt példaképe, vagy a saját

maga elé állított normákat igyekezett megkövetelni másoktól is?

• Mielőtt a vezérigazgatói székbe kerültem 12 viharos évet az Almásfüzitői Timföldgyárban töltöttem, és a pártközpontban sem tartoztam a csendben meghúzódó munkatársak közé. Volt mi alapján véleményt formálnom rólam, ki ilyen, ki olyan meggondolásból. Képben voltam az alumíniumiparban történelemmel, és már az első hetekben gyors és érdemi döntéseket hoztam. Néhány alumíniumiparos barátom, sok jóakaróm aggódott is, és óvott, de én nagyon elszánt voltam. Úgy ültem a vezérigazgatói székbe, hogy mindent alárendelek a Magyar Alumíniumipari Tröszt érdekeinek, és ha nem hagynak a meggyőződésem szerint vezetni, akkor azonnal felállok. Ez az alapállás sokat segített, hogy kritikus helyzetekben is következetes maradhassak. Minisztériumi vezetőimtől önálló munkát, és a felelősségvállalás lehetőségét kértem, és azt meg is kaptam. Nem volt könnyű, hiszen a 14, majd 16 alumíniumipari vállalat kilenc megyében végezte munkáját. Mindent elkövettem, hogy a megyei és városi vezetők az alumíniumiparral kapcsolatban ne zaklassák a miniszterem. Tizenhat év alatt egy alkalommal fordult elő, hogy egy nagyhatalmú megyei vezetővel nem tudtam egy igazgatói kinevezésben megegyezni, és a miniszteremhez fordult, hogy bírjon jobb belátásra. Ez nem sikerült, és hosszú éveken keresztül – egészen a vállalat privatizációjáig – az az ember vezette a vállalatot, akit én javasoltam. Ennek ellenére, vagy talán pont ezért konstruktív együttműködés jellemezte kapcsolatunkat a megyei vezetőkkel. Harc a jóért, a szépért, látva a 23 ezer ember munkájának évről évre gyarapodó eredményét számomra még ma is olyan élmény, amely megkönnyíti az öregkor terheinek a viselését. Mind az általános emberi, mind a vezetői normáimat egyes elemekből gyúrtam össze, törekedve a racionalitásra, és a természetességre. Hogy mikor, minek adtam prioritást, azt soha nem a politikai vonalvezetés határozta meg, hanem az objektív helyzet, az általános és állandó emberi értékek, amelyek hosszú távon megfeleltek vezetői, egyben a társadalmi elvárá-

soknak. Ebben a hitemben egy életre megerősített az Almásfüzitőn eltöltött 12 év, ahol a példák sokasága bizonyította számomra nap mint nap, hogy milyen mérhetetlen kárt okoznak az egész társadalomnak azok a kis- és magas beosztású vezetők, akik szakmai vezetői ismeretek hiányában hozzák meg döntéseiket.

Ha ehhez csatlakozott az a gyakorlat, hogy ezért másokat megbízhatatlannak, netán ellenségnek kiáltották ki, azt már végképp nem tudtam tudomásul venni.

E gyakorlat miatt sok szemrehányást, kritikát kaptam, és arra a kérdésfeltevésre, hogy hogyan akarok a társadalmi követelményeknek megfelelni, mély meggyőződéssel mondtam, hogy az újonnan kinevezettek ezt jobban teszik.

A „vezetői hármass követelmény” érvényesítésénél úgy tűnt, hogy a szakmai megfelelésnek prioritást adott. Olyan szakembereket emelt maga mellé, akiknek gyengébb politikai hátszele mintha nem is érdekelte volna (dr. Molnár Imre, Gebhardt János, dr. Bárdossy György, Bohus Máttyás).

• Ezeknek – és sokan másoknak – a korábban mellőzött vezetőknek a beállításában egyetlen egyszer sem csalódtam. Sokan voltak, akiket megbélyegeztek, meggyőződésem szerint azért, mert féltek a szakmai felkészültségüktől, emberi karakterüktől és tartásuktól. Személyes beszélgetések és végzett munkájuk, életútjuk alapján ismertem meg őket, születésüktől családi háttérükön át lojalitásukig, teljesítőképességükig. Egyikükben sem csalódtam! De ők sem voltak a továbbiakban mellőzött emberek, kitüntetések kaptak, megbecsülést! Ezekért az emberekért én mindig, mindenhol kiálltam.

Sokszor megkaptam – még pártfórumokon is –, hogy hogyan biztosítom a párt politikájának érvényesülését, ha kiemelt fontosságú beosztásokba ilyen embereket ültetek? Mondtam, hogy ezért én vagyok a garancia, én vagyok érte felelős! Én biztosítom, hogy ezek az emberek a párt politikájának megfelelően végzik a szakmai tevékenységüket. És hogy

közben eljárnak a templomba, az engem nem érdekelt!

Az egészséges életmódnak nagy jelentőséget tulajdonított, rendszeresen sportolt, úszott. Mindennek pozitív hatása ma is látható Önön. Munkatársait is ösztönözte ez irányba. A fizikai erőnlét mellett a szívós kitartást is nélkülözhetetlennek tartotta egy vezetőnél?

• Édesanyám kisgyerek koromban egy életre a fejembe véste, hogy addig kell az egészségre vigyázni, amíg megvan, és ennek érdekében mit ne tegyek! Azt már később tanultam meg, és mindmáig tanulom, hogy az egészségért tenni kell. Szerintem egy jó közép- vagy felső szintű vezető munkahelyén mindig több hasznos feladatot kell hogy lásson, mint amit nyolc órában el tud végezni. A többlet feladatok több erőfeszítést, jobb idegeket, jobb egészséget követelnek. Munkatársak megválasztásánál ez kezdettől a fontos szempontok közé tartozott. Egész életem során erre egy keserű példa emlékeztet (a hatvanas évek második felében megüresedett egy középvezetői munkahely, amely időben, intenzitásában embert próbáló munkahely volt. Én voltam az illetékes az új vezető kiválasztására. Adva volt egy kiváló ember, aki jó barátom is volt, s évek során megfigyeltem, hogy egy kis többletmunka is nagyon megviseli, ezért kizárólag az ő érdekében mást választottam. Barátságunknak a döntésem véget vetett, nem tudtam őt és feleségét meggyőzni. Rövid időn belül a vállalat elkerültem, és a vállalat igazgatója a barátomat eggyel magasabb beosztásba nevezte ki. Rövid idő után, közel a negyvenhez, hirtelen meghalt).

Most, közel a nyolcvanhoz, azt mondhatom, hogy eddig minden rendben volt, és bár egyre nehezebb, a prevencióról nem mondhatunk le. Majd kiderül, hogy milyen sikerrel tesszük.

Kérdésére, hogy példát akartam-e mutatni, a válaszom igen! E tekintetben is a vezetői példamutatás fontosságáról győződtem meg. Úgy gondolom, hogy az akkori alumíniumipari vezetés tröszt szinten az egészség megóvása érdekében olyan intézkedések sokaságát vezette be a hetve-

nes évek második felétől, amelyekkel kapcsolatban szinte csak most kísérleteznek.

Korát megelőzve küzdött a dohányzás ellen, a kitelepült veradásokon mindig részt vett. Ezzel is példát akart mutatni?

• Igen! Példát mutatni és ösztönözni! Ha valaki leszokott a dohányzásról, háromezer Ft jutalmat kapott a hetvenes évek végén, a nyolcvanas évek elején!

Az országban az elsők között jegyzett orvosokat, kardiológusokat hívtunk ki. A tröszt vezető munkatársainak előadásokat tartottak, filmeket vetítettek, és a hetvenes évek közepétől egy, majd több kórházzal voltak olyan szerződéseink, ahol évente rendszeresen, sok tucat vezető volt állandó szűrővizsgálaton. Azon kívül, ha komoly problémája volt valakinek, vagy tartós kivizsgálásra szorult, ezeknél az egészségügyi szervezeteknél végezték. A tröszt vezetésnek egyértelmű érdeke volt a vezető káderek egészségi állapotának szemmel tartása. Ezt a kérdést én nagyon fontosnak tartottam, ha láttam, hogy valamelyik vezetőm rosszul néz ki, azonnal hívtam az orvost és ment kivizsgálásra.

Természetesen magamat is igyekszem karban tartani, jelenleg is úszom, kerékpározom, a kertben dolgozom rendszeresen. Ma is fél négykor keltem, nyolcig permeteztem, és nem tudok nagyobb élményt, lélekfel-emelő érzést érezni, mint amikor félőt, öt órakor most májusban, amikor pitymallik, kimegyek a szép szőlőmet kötözni, ebben a fantasztikus csendben, amikor csak a madár hangját hallom a hajnali szürkületben. Ez nekem a non plusz ultra! Amióta elmentem nyugdíjba, egyszer voltunk üdülni a feleségemmel, az 50. házassági évforduló alkalmából, oda, ahol nászúton voltunk. Egyetlen egyszer, mert úgy ítéljük meg, hogy itt ahol élünk, ebben a kis szentendrei házunkban, ennél jobban, kelle-mesebben sehol nem tudjuk érezni magunkat. Itt adva van a kitűnő levegő, a gyönyörű panorama, csend, nyugalom, nekem nem kellene különböző hangos üdülők és egyebek.

Az időközben részvénytársasággá alakult vállalatcsoport éléről 1990. november elsejétől nyugdíjba vonult. Az „ügyet” látta vesztesre állónak, vagy korábbi iparpolitikai támogatói hagyták cserben?

• 1989-ben a magyar alumíniumipar vezetése egységes volt abban, hogy az eddigi tröszt szervezete és irányítási gyakorlat, amely mindaddig célszerű és sikeres volt, tovább nem tartható. A tröszt tevékenységében várható változások, a világ alumíniumiparához való fokozottabb idomulás olyan stratégiai és strukturális átalakulást indokolt, amely után a magyar alumíniumipar távlatokkal rendelkező, nemzetközileg is sikeres vállalkozássá válik, gazdasági társasággá alakul, tulajdonosa a magyar állam. Ekkor már ismert volt, hogy mi lesz 1990 után a magyar–szovjet timföld–alumínium egyezmény sorsa is. E két tényező változásával együtt járó teljes tröszti mechanizmus átalakulását, a távlati stratégiai célok megfogalmazását, a mindezzel kapcsolatos döntések meghozatalát, a hosszú távú partnerkapcsolatok megteremtését nem vállalhatta egy nyugdíjazás előtt álló vezető.

1990-ben számomra természetes volt, semmi gondot nekem nem okozott, hogy kérjem nyugdíjazásomat. Így döntöttem minden alkalommal én is, amikor a tröszt vezetője voltam. Ez a döntésem húsz év távlatából is objektív szükségszerűség volt, és ma sem látok más, reális alternatívát.

Az már csak a sors iróniája, hogy a kezdeményezésére európai színvonalú iparági központtá varázolt Pozsonyi úti székházba elkészülte után az az ÁVÜ költözött, amely a vállalatcsoport évekre elhúzódo, akkor és azóta is vitatott privatizációját vezényelte. Hogy ítélte meg akkor ezt a folyamatot, és hogyan látja most annak eredményességét?

• A magyar alumíniumiparban folyó privatizációt csak a hivatalos írásos anyagokból ismerem. Amikor a privatizáció elkezdődött, akkor már részben a rendszerváltás, de főként a timföld–alumínium egyezmény megszüntetésének hatására vállalataink romokban heverték, és növekvő vesztesé-

get termeltek. Engem mind máig az érdekel, hogy a MAT vállalataiból melyek azok, amelyeket üzemeltetnek a tulajdonosok, munkát adnak, teljesítik a munkásaikkal és az állammal szembeni kötelezettségeiket. Több tényező, objektív körülmény együttes hatására alakult, értéktelétet mondani róla nehéz. De ez a realitás. Az egy kis gyógyír lehet számunkra, hogy a Székesfehérvári Könnyűfémű és a Magyaróvári Timföld és Műkorund Kft. őrzi versenyképességét, és hasznára van az országnak. Úgy látom, hogy a Hungalu Rt. vezetése azt tette, amit lehetett. Jobbat ma sem tudnék ajánlani. Meggyőződésem, hogy a lezajlott privatizáció esetleges alternatívája csak a magyar–orosz együttműködés valamilyen új formájában valósulhatott volna meg. De ehhez más politikai hangulat lett volna szükséges.

Sajnos nem tolongtak a vevők a fejlett nyugati országokból, hogy a magyar alumíniumipar privatizációjában részt vegyenek. Tudomásul kell venni, hogy a magyar alumíniumipar több évtizedes jó prosperálásának az alapja a szovjet–magyar timföld–alumínium egyezmény volt! Ahogy ez megszűnt, teljesen új helyzet állt elő, és az alapjaitól mindent újra kellett gombolni. Én abszolút nem hibáztatom a privatizációt irányító alumíniumipari vezetést, az adott körülmények között nem lehetett érdemileg más alternatívába kapaszkodni.

A székház felújítása valóban nagy harc volt, a függönyfal és a nyílászárók svájci importjáért 3 millió dollár többlet exportot kellett realizálni.

Mindenképpen egy olyan székházat akartam megépíteni, mint amelyben engem a fejlett nyugati országokban lévő partnereink fogadtak. Egy olyat, amely a 21. században is korszerű lesz még! Nem bántam meg, bár kétségtelen, hogy sok támadás ért miatta. Az sem titok, hogy amikor a kilencvenes években az iparág likviditási gondokkal küzdött, a székház volt az, amire százmilliókat adtak kölcsön a bankok.

Hogyan tölti nyugdíjas éveit? Kapcsolatba maradt volt munkatársai-val, a szakmával? Szándékában áll közreadni emlékiratait?

• Úgy töltöm nyugdíjas éveimet, ahogy évtizedek során megálmodtam. Lehet, hogy furcsa, de egész életem során az volt a szerencsém, hogy mindenhol, ahol dolgoztam, élvezettel végeztem a munkámat és mindenhol jól éreztem magam. Mégis: már tizenéves koromban gondoltam és benne volt a hosszú távú életkonceptiómban, hogy ha megöregszem, mit szeretnék csinálni, milyen környezetben, hogyan szeretnék élni. Koromnak megfelelő célszisztemben, programszerűen, jobbra önként vállalt kötelezettségek teljesítésével, több olyan elfoglaltsággal, amelyekkel erőt gyűjtök az öregség terheinek az elviseléséhez. Legfőbb elfoglaltságot a kert jelenti, amit feleségemmel és a fiammal próbálok rendszerben tartani, tudatosan csökkenő intenzitással. A lényeg: hogy mindezt önként vállalva, életemben még soha nem tapasztalt szabadságban teszem.

Mindeközben a múlt is folytatódik. Íróasztalom épp úgy tele van, mint aktív koromban, a könyvek sorban állva várják, hogy elolvassam őket, különösen kedvelem az általam tisztelt és a nagy gazemberekről írt regényeket, amelyek elolvasására aktív életemben nem volt időm. Sok időt igényel az öt-hat előfizetéssel érkező napi- és hetilap, folyóirat áttekintése, változó részletességgel. Bár évről évre csökken a kapcsolatom a tröszti munkatársakkal, de már ez évre is kaptam több meghívót, kisebb csoportok találkozására. Még olyan volt szocialista brigád találkozóján is részt veszek, ahol a tagok a nyolcvanas évek brigádmozgalmát a kornak megfelelő tartalommal töltötték meg, és a brigádnaplót most is folyamatosan vezetik. A 20-25 éves kollektíva évről évre találkozik.

Emlékiratokat nem készítettem, és nincs is szándékomban. Úgy gondolom, azt elég volt egyszer megélni, aztán meg sokan el sem hinnék a krimek tűnő történeteket, bár én újra meg újra átgondolom ezeket.

Vezérigazgató Úr! Köszönöm a beszélgetést! Jó egészséget, tervei megvalósítását kívánom!

Szabályr Péter

Megnyílt Az öntöttvasművesség virágkora c. kiállítás

2011. június 29-én meglepően sokan eljöttek az Öntödei Múzeum kiállításának megnyitójára, annak ellenére, hogy délelőtt volt az esemény. Ott voltak a baráti kör tagjai, a nyugdíjas szakemberek, az MMKM képviselői, szakmai testvérmúzeumok kollégái, a Művészi öntöttvas tárgyak gyűjtői körének tagjai és sok más érdeklődő is.

Szokás szerint a bányászhimnusz első sorainak harangjátéka nyitotta meg a rendezvényt, majd a megjelenteket *Lengyelné Kiss Katalin* múzeumvezető, a kiállítás rendezője köszöntötte a Jó szerencsét! bányász-kohász üdvözléssel, és a kiállítás témájához fűzött néhány személyes élményével.

A Cantores Ecclesiae fúvós-együttes tagjai, *Kovács Zsolt* tuba-művész és *Kovács Botond* orgona-művész játéka kölcsönzött ünnepi hangulatot az eseménynek.

Dr. Krámlai Mihály MMKM főigazgató köszöntötte a vendégeket, kifejezve afeletti örömét, hogy ezzel a kiállítási résszel a már 42 éve, 1969-ben felállított állandó kiállítás 5., szakasza is megújult, s jövőre a teljes új kiállítás fogadhatja majd a látogatókat, ha a 6., az Ez mind öntvény! címet viselő technológiai bemutató és látogatócentrum rész is megújul. Megköszönte az Öntödei Múzeum munkatársainak és vezetőjének a munkáját.

Ezután a megnyitó beszéd következett, melyet *dr. Bereczki Ibolya*, a Szabadtéri Néprajzi Múzeum főigazgató-helyettese, a Nemzeti Kulturális Alap Múzeumi Kollégiumának elnöke tartott. *Nagy László* Tűz című költeményével adott lírai felütést a témának. A tűzben született öntvényekről, az ipari forradalomban jelentős szerepet játszó vaskohászatról, a vas építészeti szerepéről, a polgári és főleg paraszti környezetbe kerülő öntöttvas kályhák, mivesen formázott használati eszközök és díszöntvények szépségéről beszélt, a 19. század közepétől a 20. század első harmadáig virágkorát élő művészeti ág jelentőségét kiemelve.

Elmondta, hogy a múzeum már a milécentenáriumbra, majd az 1998-as öntészeti világkongresszus tiszteletére is rendezett ebből a tárgye gyűjtésből éppen a szentendrei Szabadtéri Néprajzi Múzeummal közös kiállítást, s aztán határon kívül és belül, 12 helyen mutatta meg legszebb darabjait Az öntöttvas dicsérete című

vándorkiállítással. A kultúrtárca több tíz milliós segítségével 2005 óta folytatott munkálatok révén a múzeum környezete, épülete kívül-belül megújult, s az NKA segítségével a más-más tematikájú, de szervesen összefüggő részkiállítások, s így ez a mostani is új installációt, korszerű bemutatási lehetőséget kapott. Minden remény megvan arra, hogy a műemléki környezetben, a Ganztörzsgyárban működő szakmai múzeum egyre több látogatónak mutathatja be sokszínű anyagát, egyre több diákcsoportnak tarthat múzeumpedagógiai foglalkozást, megszeretve velük az igazi alkotó munka egyik izgalmas, kreativitást és alapos természettudományi ismereteket igénylő szeletét.

Végleges helyére került a magyar öntöttvasművesség remekeit bemutató tárlat. A fehér háttér előtt jól érvényesül az ezüstösen csillogó öntöttvas tárgyak gazdag formavilága. Minden kályhát érdemes jól szemügyre venni, mert az oldalán, vagy az elején látható dombormű, díszítő motívum más és más, részleteik figyelemre méltóak, vagy éppen arányai-val, térképzésével vonzza a tekintetet. Szemet-lelket gyönyörködtető finomöntvények csodálhatók meg a vitrinekben, közöttük az európai rangú finomöntöde, a Munkácsi Vasgyár öntőműhelyeiben készült filigrán, hihetetlenül finom szobrocskák, a milliméter vékonyságú részleteket is viszszaadó sakk-készlet és figurái, a hihetetlenül kecses tükörkeret, vagy a vas súlyosságára utaló íróasztali nehezekek.



■ 1. kép. Tárlatvezetés az új kiállításrészben

A magvas gondolatokat kifejtő megnyitó beszéd után a zeneművészek újabb produkciója következett, majd a múzeumvezető megköszönte a közreműködőknek a segítségét.

Külön kiemelte *Pusztai László* és a néhány éve már elhunyt *Sabján Tibor* szakmai segítségnyújtását, önzetlenségét, valamint *Szöke Imre* kiállítástervező és kivitelező 2006 óta tartó együttműködését. Az idén a múzeum munkatársainak az MMKM műszaki csapatának tagjai és önkéntes társadalmi munkatársak is segítettek, mert a Múzeumok Éjszakájára való felkészülés, s az eltávozó munkaerők hiánya miatt erre nagy szükség volt.

A megnyitó ünnepség végén *Demeter Ferenc* tárlatvezetőtől 7 évi, *Kakas Géza* tárlatvezetőtől 9 évi, *Huszics György* tárlatvezetőtől 15 évi – ebből sok évi műszaki vezetői és múzeumpedagógusi – munkája után, valamint *Szántó András* műszaki munkatárstól 7 évi munkája után a megnyitó közönsége előtt vett búcsút a múzeumvezető, megköszönve a jó ötleteket, a fáradságot nem ismerő, ellenszolgáltatás nélkül is elhivatott, sok évi lelkes munkát.

A tárlatvezetésre került ezután sor (1. kép), majd a támogatók által finanszírozott szerény fogadás alatt még sokáig csodálták a vendégek az öntöttvasművesség remekeit, s a múzeum többi látnivalóját.

A most megnyitott tárlat az állandó kiállítás része, az Iparművészeti és a Nemzeti Múzeumból kölcsönzött tárgyak az év végéig láthatók.

✍ *L. Kiss Katalin*

100. születésnapját ünnepelte

Szomolányi Tibor Egyesületünk legidősebb tagja (1958 januárja óta tag), akinek 2011. október 22-én volt a századik születésnapja. Ózdon keresték fel kollégáink, *Baranyai Tibor*, *Schmidt György* és *Tátrai Ildikó*. A vele készített beszélgetést rövidített formában az alábbiakban adjuk közre.

Kérjük, hogy családjáról, szüleiről, fiatalkoráról mondja néhány szót!

Sz.T.: Szobon születtem, édesapám számvetőséki tisztviselő volt, édesanyám tanítónő. Négyen voltunk testvérek, két bátyám és egy húgom volt. Születésem után édesapámat Esztergomba, majd Hajdúszoboszlóra, azt követően Debrecenbe helyezték. Korán megözvegyült édesanyám reáliskolába íratott be, erdőmérnöknek akart taníttatni, ugyanis dédapám és nagyapám is erdőmérnök volt. Nem voltunk jó tanulók, nehezen éltünk és édesanyám sajnos nem tudta tanulmányainkat fizetni, ezért kivett a reálból. Szerettem volna felső ipariskolába járni, de ez csak úgy volt lehetséges, ha én finanszírozom. Némely családi segítséggel a Szegedi Magyar Királyi Állami Felső Ipariskola Gépészeti Szakára felvettek, ahol aztán 1931-ben, színjelesen végeztem. Ezután visszakerültem Debrecenbe, de az akkori gazdasági helyzet miatt csak alkalmi munkákat kaptam a városi Idegenforgalmi Irodától: kisebb szórólapokat rajzoltam. Egyszer megbíztak egy nagyméretű, hortobágyi témájú kép elkészítésével, ami jól sikerült és 200 pengőt kaptam érte akkor, amikor „kétszáz fixszel az ember könnyen viccel” világ volt.

Korábban említetted, hogy katona is voltál.

Sz.T.: Igen, 1933-ban, a debreceni híradós zászlóaljba vonultam be. Kiképzésünk Budapesten történt, ahonnan karpaszományos tizedesként kerültem vissza Debrecenbe. Némely lovas malőr után (hiszen elmé-



letben volt csak minden rendben), ami egy rosszul sikerült gyakorlatban teljesült be, egy év múlva le kellett szelnem. Megint jött az állástalanság.

Hogyan kerültél Diósgyőrbe?

Sz.T.: 1936-ban tudomásomra jutott, hogy Diósgyőrben, a hadiüzemben műszaki tiszt állásra felvételt hirdettek. Jelentkeztem, felvettek. Az első hat hónap nagyon nehéz volt, mert csak 60 pengő volt a fizetésem. Kitűnő rajzkészségem miatt 1937-ben a Diósgyőri Vasgár durvahengerművébe helyeztek, műszaki tisztként, tervezői beosztásba. A tervezőirodán a főnök segített, 12 órátatott, így egy kicsit könnyebb volt a megélhetésem. Hat hónap után tervező lettem, ami rendes fizetéssel járt. Az első nagyobb munkám egy páncéllemez-egyengető gép tervezése volt. A 60 mm vastag, és 1000 mm széles lemez egyik oldala edzett volt, ennek következtében erősen ívelt volt. Ezt kellett az új gépen kiegyengetni. Amikor elkészült az egyengető, kifogástalanul működött és ennek a sikernek köszönhetően hamarosan konstruktőrre váltam.

Mikor lettél üzemvezető és milyen emlékeid vannak erről az időszakról?

Sz.T.: A tervező munka után, 1949-ben lettem a Durvahengermű üzem vezetője. Az üzemvezetés nehezebb

feladatnak tűnt, hiszen abban a rendszerben a munkásokat felpíszkálták, hogy ők az urak, ezért ők nem akarták tisztelni a tekintélyt. Szerencsére jóban voltam a munkatársaimmal, segítettem nekik a munkán kívüli ügyeikben is. Később, 1951-ben Budapestre helyeztek.

A Kohászati Tervező Irodában milyen beosztásban dolgoztál, milyen nagyobb munkáid voltak?

Sz.T.: Először főtervező voltam, később a hengermű tervező részleg osztályvezetője lettem. A diósgyőri félfolytatólágos középhengermű terveinek elkészülte után megbízást kaptam a beruházás levezénylésére és a hengermű üzembe helyezésére. A munkám elismeréseként Munka Vörös Zászló Érdemrend kitüntetés, később a Durvahengermű rekonstrukció tervezése és kivitelezése után Munka Érdemrend ezüst fokozatát kaptam.

Melyik munkára vagy a legbüszkébb?

Sz.T.: Tulajdonképpen még mindig a 90 tonnás páncélegyengető tervezése a favorit.

Voltak-e az életedben mélypontok?

Sz.T.: Elkeseredve talán a tervezőirodai leváltásomnál voltam: egy külső embert helyeztek oda, és felszólítottak, hogy mondjak le az osztályvezetésről. Mivel az utódom egy évig se tudta vezetni a részleget, bár nyugdíjas voltam, visszahívtak, de már nem vállaltam. Akkor a vezető *Pálvölgyi Árpád* lett, és egy rövid ideig dolgoztam vele. Részt vettem a dunaújvárosi megleghengermű és hideghengermű tervezésében, sőt szakmai munkám tapasztalatai alapján a Mérnöktovábbképző keretében előadásokat is tartottam.

Mondj néhány szót a magánéleteredről!

Sz.T.: Két gyermeket neveltem, két

unokám van. Nem dohányoztam, nem ittam, csak a feleségemet szerettem. Az életemben a legfontosabb a rendszeresség és a nyugalom volt. Manapság is, reggelente pontosan kelek, ebéd délben, két deci vörösbort, utána rövid sziesztát. Néha egy kis séta. Időben vacsora, majd lefekvés. Szórakozásom a keresztrejtvény, ami még megy és a tévé.

san kelek, ebéd délben, két deci vörösbort, utána rövid sziesztát. Néha egy kis séta. Időben vacsora, majd lefekvés. Szórakozásom a keresztrejtvény, ami még megy és a tévé.

Köszönjük a beszélgetést, jó egészséget, Isten éltesse a 100. évében!

Schmidt György és Tátrai Ildikó

90. születésnapját ünnepelte

Dr. Szőke László 1921. július 20-án született Sopronban. 1939-ben érettségizett a soproni Széchenyi István reálgymnáziumban. Kohómérnöki oklevelét 1943-ban szerezte meg a JNMGE kohómérnöki tagozatán. Itt lett adjunktus a Fémtechnológiai Tanszéken. 1946 augusztusában B-listázták. 1947-től



a Weiss Manfréd Acél- és Fémművek Rt. Központi Laboratóriumában elemzővegyész, 1948 és 1952 között az acélhőkezelő üzemek helyettes vezetője. 1952 és 1957 között az elektroacélmű, majd 1965-ig a martin- és elektroacélmű vezetője. 1976-ig a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettese, majd 1981-ig, nyugállományba vonulásáig a MVAE tanácsadója.

1975-ben védte meg kandidátusi értekezését és szerezte meg az egyetemi doktori címet. 1983-tól címzetes egyetemi tanár.

Hazánkban elsőként valósította meg a folyékony acél vákuumozását. Részt vállalt az EU elérhető legjobb technikákkal (BAT) kapcsolatos referencia-dokumentumainak hazai átültetésében. Oktató tevékenységet folytatott technikumtól a PhD-iskola szintjéig.

Az OMBKE-nek 1944 óta tagja. Dolgozott a vaskohászati szakosztályban, az oktatási és környezetvédelmi bizottságban, a Kohászat szerkesztőbizottságában és a szeniorok tanácsában. Az Egyesület tiszteleti tagja. A IUVSTA nemzetközi vákuummetallurgiai tanácsadó testületének hat évig tagja. UNIDO-tanácsadó Törökországban és Szíriában. Számos könyv, könyvrészlet és szakcikk szerzője, illetve társszerzője vagy lefordítója. Az Amerikai Vákuum Egyesület elismerésének, a Pro

Facultate Ingeniariorum Metallurgiae és számos más emlékérem, valamint több hazai kitüntetés tulajdonosa.

Dr. Sziklavári János tiszteleti tag, gyémántokleveles kohómérnök 1921. augusztus 3-án született Budapesten.

Elemi iskoláit az Alföldön (Lajosmizsén, Ladánybenén, Örkényben), középiskoláit Budapesten végezte; a Piarista Gimnáziumban érettségizett 1941-ben. Első munkahelye a Pesti Első Hazai Takarékpénztár volt (számfejtő), és egyidejűleg a Pázmány Péter Tudományegyetemen jogtudományt hallgatott. 1942-ben katonának hívták be – nagyszebeni illetősége révén – a kolozsvári 26. Tábort. Tüzérosztályhoz. A fronton tüzér felderítő tiszt szolgálatot teljesített.

Hazaérkezése után a jogi tanulmányokat műszakra váltotta, és – MÁVAG ösztöndíjjal – 1950-ben, Sopronban kohómérnöki diplomát szerzett.

Mérnöki munkáját a diósgyőri acélműben kezdte, de a gyár egy évre átengedte az alakuló miskolci egyetemnek, ahol előbb a Fizikai-kémiai, majd a Tüzeléstani Tanszéken tanársegédként dolgozott. Az év leteltével visszatért a gyárba, de még közel 40 évig részben félállásban, jobbra meghívott előadóként a Vaskohászati Tanszék tagja maradt.

Munkahelyei: Diósgyőri Kohászati Üzemek 1952–1973 (acélgyártó, kohászati építkezés üzemvezető, acélmű gyárrészlegvezető, főmetallurgus), KGM Tervező Irodái 1973–1978 (főmetallurgus, generáltervező iroda vezetője), Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság 1978–89 (Nyersanyag és Kohászati Szaktitkárság főosztályvezetője, elnöki tanácsadó).

Részt vett több tudományos és

műszaki szervezet munkájában: akadémiai bizottságokban, egyetemi kari és doktori tanácsban, kormánybizottságokban, vállalati és kutatóintézeti tudományos tanácsokban, mérnöktovábbképzésben. A TMB felkérésére bíralt 20 kandidátusi, ill. doktori értekezést, bizottsági tag volt további 15 védésében.

1968-ban kandidátusi, 1985-ben akadémiai doktori értekezést védett meg. 1984-ben címzetes egyetemi tanári kinevezést kapott. 2000-ben a Miskolci Egyetem tiszteletbeli doktorrá (Dr. h. c.) nyilvánította. Publikációinak együttes (társszerzővel is) száma közel 100.

Több kormány- és társadalmi kitüntetésben részesült, köztük: Munkaérdemrend és A Haza Szolgálatáért Érdemérem arany fokozata (haditechnikai acélok fejlesztéséért), Diósgyőr Aranygyűrűs Dolgozója, Dunaferért Díj, Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae, Eötvös Lóránd-díj, Akadémiai-díj.

Theobald János 1921-ben született Pakson. Az elemi iskola hat osztályát Pakson végezte, ezután családja szociális helyzete és a háború miatt sokáig nem volt alkalmja a továbbtanulásra.

1935-ben került Budapestre és kisebb üzemekben öntősegédként, majd 1938–1949 között a Láng Gépgyárban szintén öntősegédként, 1949–1951 között technológusként dolgozott. Munka mellett végezte el az Öntőipari Technikumot 1947–51 között.

1951-ben a Kohó- és Gépipari Minisztériumban előadóként ill. főelőadóként dolgozott. Még ebben az évben felvételt nyert a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre, ahol 1956-ban okleveles kohómérnöként végzett. Ezután ismét Budapestre



került, a Csepel Vas- és Fémművek Vas- és Acélöntődék gyáregységébe.

Nyugdíjazásáig itt dolgozott üzem-mérnöként, üzemvezetőként, gyáregységvezetőként. 1979-ben a Kísérleti és Kutató Osztály osztályvezetőjeként ment nyugdíjba.

Benkő Miklós okleveles könyvvizsgáló 1921. szeptember 1-jén született Szolnokon. Az érettségit követően, 1940 decemberétől katonai szolgálatot teljesített. 1945 novemberében szerelt le mint tartalékos hadnagy és mint 90%-os hadirokkant.



A kohászattal 1948-ban került kapcsolatba a Weiss Manfréd Acélműben. 1971 és 1981 között a Csepel Művek Tröszt gazdasági tanácsadója volt. Ezen idő alatt az SZVT-ben tevékenykedett, ahol megkapta a Hevesi Gyula-emlékérmét és a Társasági Munkáért érmet. Kohászbarátaival és a vállalatokkal is folyamatos kapcsolatot tartott. Esetenként ez minisztériumi ellenőrzésekben való együttműködésben is jelentkezett.

Az OMBKE-be mint a Csepeli Acélmű gazdasági vezetője 1964-ben lépett be. Ezt a tagságát 1975-ig tartotta fent, majd 1998. január 1-jével megújította, mivel itt erősek a személyes kötődései.

85. születésnapját ünnepelte

Pálovits Pál okleveles kohómérnök július 19-én ünnepelte 85. születésnapját. Sopronban született 1926-ban, és a bencés gimnáziumban érettségizett. Kohómérnöki oklevelét 1948. október 25-én szerezte meg. Még az év novemberében a Tatabányai Alumíniumkohó üzemmérnöke lett. 1951–54-ig az Inotai Alumíniumkohó főmérnökeként az új kohó létesítését és sikeres üzembe helyezését irányította. 1954–59 években az ajkai alumíniumkohó főmérnöke. 1959–1963-ig csoportvezető főmérnök a NIM Szi-



nesfémipari Főosztályán. 1964-ben az akkor létesült Magyar Alumíniumipari Tröszt (MAT) kohászati főtechnológusaként az alumíniumkohók termelését és fejlesztését irányította. 1965-től 10 évig ismét Ajkán dolgozott a kohó gyárrészeg vezetőjeként. 1974-től 1991. évi nyugdíjba vonulásáig a MAT-ban működött, mint az alumíniumkohászat területi főmérnöke.

Tevékenységét a fejlesztés vezérelte, így jelentős szerepe volt az új felsőtűskés kádtípus technológiájának kidolgozásában és fejlesztésében, az anódok és katódok minőségének javítására irányuló kutatások, kísérletek irányításában, az alumíniumkohók nehéz fizikai munkája, többek között a kéregtörés gépesítése terén. 1970-ben Ajkán létrehozta az alumínium kokillaöntészetet, előkészítve az 1980-ban üzembe helyezett 3000 t/év kapacitású, modern, automatizált nagynyomású formaöntődét.

Széleskörű mérnöki munkásságát újításai, szabadalmi és szakirodalmi publikációk tükrözik.

Az OMBKE-ben 1950 óta tevékenykedik. 11 évig az ajkai helyi szervezet titkára, 1975 óta a fémkohászati szakosztályban, 1995 óta a fémkohászati történeti szakcsoportban dolgozik. Elkészítette a m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Soproni kara elhunyt professzorainak sírkataszterét, a soproni, budapesti és a dunántúli temetők vonatkozásában.

Szakmai és egyesületi munkáját több kormány- és egyesületi kitüntetés adományozásával ismerték el.

Unger Ervin gyémántokleveles kohómérnök 1926. július 17-én született Sopronban. Iskoláit is ott végezte, a bencés gimnáziumban érettségizett. Kohómérnöki oklevelét 1948-ban szerezte meg.



Pályafutását 1948 novemberében kezdte meg Ózdon. Tizenöt évig a hengerművekben dolgozott, nyolc évig a finomhengermű gyárrészeg vezetőjeként. Ezt követően a technológiai és kutatási főosztály, majd a műszaki fejlesztési főosztály vezetője volt.

A gyártás- és gyártmányfejlesztés

terén sokat foglalkozott a hengersorok kapacitásnövelési lehetőségeivel, gépesítéssel és termelésszervezési kérdésekkel is. A gyárfejlesztés vonalán irányítása alatt folyt a folyamatos acélmű és a rúd-dróthengermű beruházásának előkészítése.

1960–75 között tagja volt az Európai Üregezők Munkaközösségének, amelynek keretében előadásokat is tartott. 1975–80-ban a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésben dolgozott. Ez idő alatt a KGST Vaskohászati ÁB hengereltáru albizottságának elnöke és az Intermetall termékcseremunkabizottság vezetője is volt.

1980-ban a Metalimpexhez került a távlati fejlesztési főosztály vezetőjének, 1985–88 között pedig a vállalat bécsi lemezfeldolgozójának műszaki vezetője volt, 1988. októberi nyugdíjazásáig.

Az OMBKE-nek 1949 óta volt tagja, 1970–74-ig között az ózdi helyi szervezet elnökeként dolgozott. Aktívan részt vett a hengerészkonferenciák szervezésében. 1975–83 között a hengerész szakcsoport elnöke és a vaskohászati szakosztály vezetőségi tagja volt. 2009-ben 60 éves tagságáért Soltz Vilmos-emlékérmét kapott.

75. születésnapját ünnepelte

Szarka János 1936. március 19-én született Felsőtelekesen. 1954-ben Miskolcon öntőipari technikus, 1959-ben okleveles technológus kohómérnök és az ALUTERV-ben a KÖBAL fóliahengermű irányító technológus tervezője lett. 1982-ben elvégezte a TECMO fólianevelő gép technológiai felülvizsgálatát és 1999-ben elkészítette a gyár 6 szintes számítógépes alaprajzát. 1962-től a Székesfehérvári KÖFÉM szélesszalag hengermű irányító technológus tervezője. 1993-tól az ALCOA-KÖFÉM meleghenger görgősor hosszabbítás, a lámpaoszlop, a nyílászáró szerkezet, a járműfelépítmény üzem, a 2-3 sz. olajpince túlnyomásos szellőzés és a 3. sz. hideghengerek fő kormányházának tervezését irányította. 1988-ban 30 kt-s vastaglemez gyár, 1,8 kt-s csőjára-



tos-lemez gyár és 35 kt-s széles-szalag öntöde és hideghengermű, 1989-ben a Hódmezővásárhelyi 11 kt-s szalagmintázó üzem, 1992-ben az Inotai 20+6 kt szalag- és fóliahengermű, 1994-ben az Inotai hidegfo-lyatási tárcsagyártás 6,2 kt-s bővítési tanulmányát készítette. 1996-ban a TAUFORM 480 t-s Al-formaöntöde, 1997-ben a MAL-MWK 500 t-s kokillaöntöde tervezését irányította, 1998-ban az EURAL 18 kt-s tömböntöde tanulmányát készítette. 2000-ben MAL 30 kt-s HAZELETT szalagöntőhengermű megvalósíthatósági tanulmányát készítette, a Szalag-I gyártó-sor korszerűsítés, 2001-ben a 3,6 kt-s LAUENER szalagöntöde tervezését irányította. 2002-3-ban az Öntödei Múzeum állapotfelmérése után az ipari műemlék kupolókemence felújítás terveit készítette. 2003-ban az EURAL 10 kt-s alumínium hulladék-hasznosító üzem összefoglaló technológiai tervét, és MAL részére a NASH hideghengermű korszerűsítés technológiai előterveit készítette. 2005-ben MAL 50 t-s olvasztóüzem tervezését irányította. 2008-ban a Miskolci Egyetem kísérleti hengermű tervezését irányította. 2010-ben GLOB-METAL részére cinklemez hengerlés szűrősterv számítóprogramot dolgozott ki.

Szakkikerei a Bányászati és Kohászati Lapok, a Magyar Alumínium és a Mi Múzeumunk c. szaklapban jelentek meg.

1971-ben és 1982-ben nehézipar kiváló dolgozója kitüntetés, 1998-ban 40 éves, 2008-ban 50 éves egyesületi tagságáért Soltz Vilmos-emlékérmet, 2009-ben aranyoklevelet kapott.

Barcsik László 1936. április 13-án Budapesten született. A budapesti Műszaki Egyetemen okl. villamos-mérnöki diplomát szerzett.

Az elmúlt ötven évben a következő fontosabb munkakörökben dolgozott: h e n g e r m ű v e k üzemvezető, Dunai Vasmű fejlesztés-vezető, Dunaferri Rt. Fejlesztési Igazgatóság stratégiai fejlesztési főmérnök. 2005 januárjától nyugdíjas.

Munkája során a Dunaferri egészét

érintő műszaki-technológiai fejlesztési feladatok és fejlesztési koncepciók kidolgozásában és végrehajtásában dolgozott, számos, a Dunaferri jelenét és jövőjét meghatározó fejlesztések kezdeményezője és végrehajtója volt. Ezek közül vázlatosan a fontosabbak:

- Meleghengermű termelésnöveléshez szükséges hajtásteljesítménynövelés korszerű ipari teljesítményelektronikai megoldásokkal;
- Coil-box technológia alkalmazási javaslat és feltételrendszer meghatározása, előnyös szerződéskötések;
- Meleghengermű technológiai alaberendezések fejlesztései: végvágó olló, 6. készsori állvány, elektrohidraulikus résszabályozások megvalósítása a meleg és hideghengerműben, korszerű csévézők beszerzése és üzembeállítása, reverzaló duó előnyújtó teljes rekonstrukciója (csapágyazás, hengerpalást hosszcsökkentés, „F” állvány átalakítás);
- Pácolósor beadó és kiadó oldali berendezések teljes rekonstrukciója, nyújtvaegyengető szélező gépsor;
- METAB horganyzó sor létesítésének kezdeményezése, elfogadtatása;
- Nagyobb környezetvédelmi beruházások, porelszívások, vízrendszerek;
- A Dunaferri hosszú távú stratégiai fejlesztésének kidolgozásában részvétel és kezdeményezés.

A nagyobb jelentőségű fejlesztésekkel járó elismerések kisajátítását soha nem kezdeményezte, munkáját elismerték. Sokszoros „kiváló dolgozó”, valamint „kiváló újító arany fokozat” elismerést kapott.

A hosszú munkaviszony során átfogó kohászati berendezés- és technológiaismeretet szerzett. Több szakkikket írt és előadást tartott. Óraadó tanárként az NME Főiskolai Karon kohászati automatikát tanított több évig.

Hopka László kohómérnök 1936. június 28-án született a Heves megyei Gyöngyöshalmajon. A gyöngyösi gimnázium után a Miskolci Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán végzett 1962-ben. A Salgótarjáni Kohászati Üzemekben kezdett dolgozni technológusként a Hideghengerműben. Itt szinte minden beosztást betöltött, míg 1974-ben a gyárrészt legvezetésével bízták meg. Az itteni munkássága idején számtalan új termék

gyártását és korszerű technológiát dolgozott ki és vezetett be.

1974-ben az SKÜ műszaki igazgatójának nevezte ki a Nehézipari Minisztérium. 13 évi műszaki igazgatói megbízatása idején a vállalat jelentősen bővítette értékesítését a hazai- és az exportpiacra, számtalan gyártáskorszerűsítést és beruházást hajtottak végre (pl. a görgőpálya-gyártást, a vékonyfalú hosszvarratos csövek előállítását stb.).

1991-ben az akkori törvényeknek megfelelően a Vállalati Tanács megválasztotta a cég vezérigazgatójának. Az SKÜ ebben az időben nagyon nehéz helyzetben volt, de kinevezése után négy évvel már újra nyereségesen gazdálkodott. Az értékesítés megduplázása mellett, újra számottevő gyártás- és gyártmányfejlesztést valósítottak meg. A jelentősebb beruházások közül a BNV-nagydíjas LAFIL gyártást és azt a több mint 800 Mft-os Hyfert program kidolgozását és finanszírozási forrásának megteremtését említjük meg, melynek kivitelezését nyugdíjba vonulása miatt az utódjára hagyta.

Sokszínű gazdasági munkája mellett a szakmával összefüggő társadalmi munkában is részt vett. 1964-től hat évig az OMBKE salgótarjáni csoportjának titkára, majd később több cikluson át az elnöke volt. A Hidegalakítási szakcsoport elnökeként szervezte meg, hogy több mint egy évtizedig Salgótarján legyen a nemzetközi Hidegalakítási Konferenciák házigazdája. Ezeken rendszeresen részt vett szakmai előadásokkal is. Cikkei jelentek meg a Kohászati Lapokban és más szakmai kiadványokban is. Az MVAE Műszaki Szakigazgatói Tanácsának elnöke is volt műszaki igazgató korában, majd vezérigazgatóként az MVAE Igazgató Tanácsa Érembizottságának elnöke volt nyugdíjba vonulásáig.

Számtalan kitüntetésben részesült szakmai és egyesületi munkájáért.

Hopka László 2001. január 2-án, 65 éves korában vonult nyugdíjba, és 2011. június 28-án töltötte be a 75. életévét.



Pöstényi Balázs gépészmérnök 2011. október 11-én ünnepelte 75. születésnapját. Polgáron (Hajdú-Bihar megyében) született, középiskolai tanulmányait Debrecenben végezte, ahol 1955-ben érettségizett a Mechwart András Gépipari Technikumban, kitűnő eredménnyel.



1956-tól 1960-ig a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen folytatta tanulmányait a Gépészmérnöki Kar Gépgyártó Szakán. 1960-ban került a Dunai Vasműbe, ahol a Meleghengermű Gépészeti üzemében műszakos üzemvezető, majd üzemvezető lett.

Munkája végzésében nagy segít-

séget jelentettek a külföldi tanulmányutak. 1968-ban vezető technológusi munkakörbe került.

1974-től a Kohászati Gyáregység vezetőjeként kapott megbízást. Részt vett a konverteres Acélmű építésében, indításának előkészítésében. Kilenc évi kohászati gyáregység-vezetői munka után, 1983-ban került a Központi Karbantartás élére, mint üzemfenntartási főmérnök. Később a Dunai Vasmű karbantartási funkciókat végző társaságának, a Dunaferre Fejlesztő és Karbantartó Kft.-nek az ügyvezető igazgatója lett, és ezt a tisztelet töltötte be egészen nyugdíjazásáig, 1996-ig. Részt vett a Coil-box beruházás előkészítésében, ezt követően az előnyújtó rekonstrukciójának előkészítésében és a munkálatok végrehajtásában is.

Munkáját számos kitüntetéssel ismerték el. Megkapta a Munka Érdemrend ezüst fokozatát, a Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetését, és Kiváló Kohász miniszteri kitüntetésben is részesült. 36 évnyi tevékenység eredményeként számtalan kiváló dolgozó, arany, illetve ezüst Kiváló Újító jelvény tulajdonosa.

Több szabadalom társtulajdonosa, valamint társadalmi tevékenység oklevéllel elismert birtokosa. Kiemelkedően eredményes szakmai életművének elismeréseként 2000-ben a Dunai Vasmű alapításának 50. évfordulója alkalmából Dunaferre díjjal tüntették ki. Ezt követően Életmű díjat kapott.

1975-től tagja az OMBKE dunaújvárosi szervezetének.

Lukucz Pál (1930–2011)



Mély megrendüléssel jöttünk búcsúzni kedves barátunktól és kollégánktól, idézve a Biblia szavait: „emlékezzél ember, porból vagy és porrá leszel”.

Lukucz Pál okleveles kohómérnök a Viharsarokban született, és mivel édesapja katona volt, iskolai mellett fizikai munkát is kellett végeznie. A Battonyai Gimnáziumban 1952-ben érettségizett, ezután a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen folytatta tanulmányait a bányamérnöki, majd módosítva a kohómérnöki karon, és 1957-ben kapta meg oklevelét. Első munkahelye a Kőbányai Könnyűfém-műben volt, majd a Székesfehérvári Könnyűfém-mű présüzemében dolgozott. Sikeresen vett részt mind több kutató-fejlesztő munkában. Több külföldi tanulmányúton is gyarapította szaktudását.

1964-ben a Magyar Alumíniumipari Tröszt műszaki főosztályára hívták meg termelési és kutatási feladatok felügyeletére. 1971-től a Székesfehérvári Kőfém és a kőbányai Kőbal teljes szakmai felügyeletét rábízta. Ennek során részt vett a Kőfém hengerművének bővítésében. Szakértőként kereskedelmi tárgyalásokon is részt vett, ezért 1981-ben áthelyezték az Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalathoz. Eredményei nyomán 1987-ben a Koordinációs osztály vezetőjévé nevezték ki. Innen vonult nyugállományba 1990-ben.

Búcsúztatására több mint félszázan gyűltünk össze. E sorok írója 40 éve került a MAT-hoz és ismerte meg Lukucz Pált, egy főosztályon dolgozva. A későbbi átszervezések, átköltöztetések ugyan „földrajzilag” eltávolítottak egymástól, de barátságunk, és a kb. 1974 körül kialakult baráti társaságunk azóta is megmaradt.

Egészen nyugállományba vonulásáig, aktív élete során megfigyelhettük nagy empátiakészségét, amivel mindig felvállalta a kisemberek gondjait és igyekezett azok megoldásában segítséget nyújtani. Mindig szerény, de határozott és a kisemberek érdekeit képviselő kolléga és jó barát volt.

Szűkebb baráti körünk (mindmáig 10-12 tagból áll) – sajnos – már több barátunkat kísérté utolsó útjára és bár Lukucz Pál sokáig küzdött életben maradásáért, most mégis búcsúznunk kell Tőle.

Szomorú szívvel búcsúzom attól a baráttól, aki évtizedekig közöttünk volt, megosztotta velünk gondjait, de mindig számíthattunk az Ő segítségére, ha nekünk merültek fel problémáink. Kívánom lelkednek, hogy nyugodjon békében! És mivel kohómérnök voltál, engedd meg, hogy kohász kollégáid nevében is ezúton mondjak Neked

Jó szerencsét!

Klug Ottó

Proszt Ervin (1924–2011)



A nem nagy létszámú szakmai közösségeket – ahová a magyar kohászok is tartoznak – szükségszerűen erősebben érinti, ha egy tagjuk végképp távozik soraikból. Különösen igaz ez, ha szakmailag, emberileg kiemelkedő egyéniségről van szó. Proszt Ervin halála a magyar vaskohász társadalom nagy vesztesége; szép kort ért meg, nagy idők tanúja és aktív szereplője volt. Egykori munkatársai, barátai, tanítványai és a kohászok szakmai közössége, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében búcsúzom most tőle.

Proszt Ervin 1924-ben született, ennek szükségszerű következménye, hogy egyetemi tanulmányai a háborús időkre estek. Kohómérnöki diplomáját 1944-ben kapta meg Sopronban; innen egyenesen a múlt század egyik meghatározó hazai ipari és kohászati központjába, Csepelre került, az akkor még a Weiss Manfréd Művekhez tartozó meleghengerműbe. Csepeli tevékenységét rövid Tervhivatali áthelyezés szakította meg, ezután 1980-ig a Csepel Művek Acélmű főtechnológusa, majd műszaki igazgatója volt. Innen az Ipari Minisztériumba került, a kohászáért felelős miniszterhelyettes szakértői csoportjába. 1984-ben, 60 éves korában ment nyugdíjba. Ez nem jelentette azt, hogy visszavonult a szakmától, hiszen utána hosszú éveken keresztül a csepeli Anyagvizsgáló és Gépipari Minőségellenőrző Intézetben dolgozott szakértőként, de Diósgyőr, Ózd vagy a Lőrinci Hengermű műszaki problémáinak, fejlesztéseinek megoldásánál is igénybe vették szaktudását.

Pályafutásának ezen rövid összefoglalása mögött hatalmas szakmai teljesítményt lehet azonosítani. Munkájának középpontjában a méretpontosság növelése állt. Mai szemmel is kiemelkedő a huzalhengerlés méretpontosságának javítására irányuló elméleti és gyakorlati tevékenysége. Leglátványosabb eredménye a csepeli drótsor beruházása és üzembeállítása volt 1972-ben. Ez a drótsor akkor a világ egyik legpontosabb, legkisebb mérettűréssel dolgozó huzalhengerműve lett. Kényszerű leállítása után Kína – ma a világ vezető acélipari hatalma – vette meg a hengerművet. Mai viszonyaink ismeretében különösen kiemelendő, hogy a hengersor tervezésében és kivitelezésében döntően magyar szakértőket és beszállítókat vettek igénybe, az import részarány mindössze 10% volt.

A méretpontosság növelésén dolgozott a kovácsolási technológiában is. Irányításával oldották meg a MAN hajtórúdak nagy pontosságú gyártását.

A hengersorok műszaki fejlesztése szintén kedvenc területei közé tartozott. Javaslatára a gördülőcsapágyas, előfe-

szített hengerállványt először a csepeli durvahengerműben, majd a nagy pontosságú csavar köracélok hengerlésénél alkalmazták. A szigorított tűrésű hengerlés témájában a kor egyik neves szovjet szakemberével közösen színvonalas, előre mutató szakkönyvet is írt.

Proszt Ervinről, mint barátról, kollegáról is sokan igen szép emlékeket őriznek. Jellegzetes alakja volt mind az üzemnek, mind a szakmai, baráti összejöveteleknek, ahol nemcsak tudásával, hanem természetével is kiemelkedett. Büszkén viselte a termete alapján kapott „Colos” becenevet. Ennek ellenére közismert volt arról, hogy üzemlátogatásai során gyakran egy pillanat alatt bemászott a hengerállvány alá, hogy ellenőrizze a berendezés megfelelő működését. Ha valami nem tetszett neki, kellő hangerővel és modorban utasította helyre az ott dolgozókat.

Egyik hobbját a nagyszüleitől örökölt somlóhegyi szőlőjének gondozása volt. Tovább vitte az őskőtől örökölt Somlói Cicegő és Somló Merengő borneveket is. Barátai, kollegái között van, aki a mai napig őrzi a tőle kapott somlói bort.

A hazai szakmát összefogó Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek 1963-ban lett tagja; az egyesület konferenciáin előadásokat tartott, a szaklapban tette közzé tapasztalatait, eredményeit. 1984-ben a z. Zorkóczy Samu-, 2003-ban a Sóltz Vilmos-emlékérmet kapta meg. További számos kitüntetésé közül az Erdemes és Kiváló Kohász címet, a Kiváló Feltaláló arany fokozatot emeljük ki. Már megkapta a meghívást, hogy szeptemberben átveheti a Miskolci Egyetemen a vasediplomát; ezt már családja fogja posztumusz oklevélként átvenni.

Proszt Ervin pályája akkor kezdődött, amikor a romjaiban lévő ország nagy reményekkel indult az újjáépítésnek, amiben a vaskohászatnak fontos szerepet szántak. Jó szakemberként és jó hazafiként teljes tehetségével eredményesen szolgálta ezt az ügyet és a mai fiatal szakemberek példát vehetnek emberségéről, teljesítményéről, szakmai hűségéről. Jól illenek rá Antoine de Saint-Exupéry szavai:

Halál

A te csönded a magé a földben, ahol elpusztul – hogy létezzék.

Ervin, Te tovább létezel, élsz emlékeinkben, szaklapunk oldalain, a magyar vaskohászat történelmében. Nyugodj békében,

Jó szerencsét!

Tardy Pál

Proszt Ervin 2011. július 12-én hunyt el, augusztus 4-én a kelenföldi Szent Gellért-plébániatemplom urnatemetőjében helyezték örök nyugalomra.

Megyei József (1933–2011)



Megyei József 1933. szeptember 13-án született Budapesten. Általános iskolai és gimnáziumi tanulmányait a Kossuth Lajos iskolában végezte, 1951-ben érettségizett.

Munkáséveit a Csepeli Vas- és Acél-öntödében kezdte meg, nyugdíjazásáig hű maradt a vállalathoz. 1955-ben a csepeli kohóipari technikumban technikus oklevelet szerzett. Tanulmányait folytatva a Budapesti Műszaki Egyetem gépészeti szakán diplomázott.

Gyári munkássága során mind nagyobb feladatokkal bízták meg. Volt művezető, főművezető, üzemmérnök, üzemvezető, üzemfenntartási osztályvezető, műszaki igazgató, termelési igazgató. Tevékenysége során a vállalat rekonstrukciós munkáit irányította.

Munkáját több kitüntetéssel ismerték el.

Az OMBKE csepeli szervezetének 1963 óta volt aktív tagja. Az egyesület rendezvényein – öntőnapokon, konferenciákon, öntőkongresszusokon – rendszeresen részt vett. Egyesületi munkáját több emléklappal jutalmazták.

2011. szeptember 14-én hunyt el. Hamvait – kívánságának megfelelően – a kelenföldi Szent Gellért-plébániatemplomban 2011. október 7-én helyezték el, katolikus szertartás szerint. Utolsó útjára elkísérte felesége, rokon-sága, a szakosztály vezetői, volt munkatársai, kalocsai, badacsonyi barátai és a csepeli nyugdíjas klub tagjai.

Emlékét megőrizzük!

Timár Vilmos (1919–2011)

Alumíniumiparunk meghatározó egyénisége Miskolcon született, és 1942-ben Sopronban nyerte el kohómérnöki oklevelét. Még abban az évben az Ajkai Alumíniumkohó, majd 1943–1949 között a timföldgyár mérnöke volt. 1949-ben az Almásfüzitői Timföldgyár, később a Tatabányai Alumíniumkohó főmérnökévé nevezték ki. 1951–1963 között a Nehézipari Minisztérium (ill. jogelődje) Alumíniumipari Igazgatóságán dolgozott, és részt vett a szovjet–magyar timföld–alumínium egyezmény gazdasági előkészítésében. 1963-tól 1975-ben történt nyugdíjba vonulásáig a Magyar Alumíniumipari Tröszt műszaki vezérigazgató-helyettesként nagy körültekintéssel szervezte

meg az iparág üzemének bővítési-fejlesztési munkáit, végül tevékenyen részt vett a MAT-on belül a továbbfeldolgozott termékek készáru gyártásának megvalósításában.

Eredményes munkáját több kormánykitüntetéssel és az Eötvös Loránd-díjjal ismerték el. 1954–1960 között az OMBKE Fémkohászati Szakosztályának titkára volt.

2011. szeptember 1-jén a Rákoskeresztúri új köztemetőben családjá, barátai és volt munkatársai részvétele mellett szórták szét hamvait.

Ezúton búcsúzunk tőle és kívánunk utolsó jó szerencsét!

 Klug Ottó



Szomorú szívvel adunk hírt kedves Olvasóinknak:
2011. augusztus 2-án elhunyt

GOMBOS LAJOS

aranykoszorús harangöntő mester.

83 évet élt. A mester 1970-től Órbottyánban – sokáig mint egyetlen magyarországi harangöntő – dolgozott, s szinte haláláig öntötte a szép harangokat. Mindig támogatta az Öntödei Múzeum munkáját, kedves közvetlensége, igényesen fogalmazott gondolatai, a szakma minden csínját-bínját ismerő tudása, türelmes magyarázatai nagyban segítettek harangkutatói munkánkat.

A „zengő öntvény” mesterétől, Gombos Lajostól a Rákoskeresztúri új köztemetőben búcsúztunk, és kívántunk neki utolsó jó szerencsét.

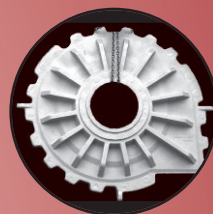
 LKK



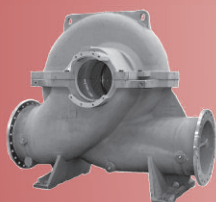
CSEPEL METALL VASÖNTÖDE KFT.



Lemezgrafitos és gömbgrafitos öntvények,
nagy bonyolultságú, komplex termékek gyártása
100 év tapasztalattal,
Magyarország piacvezető öntödéjében.



ISO 9001:2008, Germanischer Lloyd minősítés,
kétszeres MÖSZ-Nagydíj



Főbb termékek
Szivattyúöntvények
Kompresszoröntvények
Szerszámgép-öntvények
Egyéb gépöntvények
Kohászati öntvények



Tömegtartomány: 3–18 000 kg közötti egyedi darabnagyság
Öntőminta-készítés és -megmunkálás minősített alvállalkozókkal



1211 Budapest, Öntöde u. 2–12.
Tel./Fax: 06 1 276 0043

e-mail: csepelmetall@csepelmetall.hu
web: www.csepelmetall.hu



Szemelvények kohászatunk múltjából

Csabar (németül Tschuber)

Horvátország krajnai határán, a Csabranka patak forrásvidékén létesült a Szent Korona országainak első nagyolvasztója. A csabari vasművet gróf Zrínyi Péter valószínűleg 1651-ben alapította, vállalkozása kifejezetten az itáliai piacra orientált volt: a termékeket a Zrínyi-birtokhoz tartozó Buccari kikötőjén keresztül exportálták. Ez a vasgyár tehát nem csak technika-, hanem gazdaságtörténeti szempontból is figyelemre méltó.

Amikor 1671-ben Zrínyi Pétert a Wesselényi-összeesküvésben való részvétele miatt fej- és jószágvesztésre ítélték, a vasmű a magyar kamara

kezére került, és ez 1692-ben átadta a belső-ausztriai kamarának. A csabari vasgyár eddig terjedő időszakára vonatkozóan részletes leltárak és termelési adatok maradtak fenn. A létesítmények a patak mentén 700 m hosszban helyezkedtek el. A folyásiránnyal szemben haladva, az első volt a nagyolvasztó, amelynek csak 1783. évi méretei maradtak meg: az akna magassága 2,74 m, a szénpoha átmérője 1,26 m volt. A kohó mellett létesült az ércelőkészítő mű. A nagyolvasztótól 250 m-re helyezkedtek el a frissítőkemencék és a durvakalapácsok. Ezeket követték a nyújtó- és szöghámorok. A szögygyár a kor legnagyobb hasonló üzemei közé tartozott, 45 kalapács működött benne. A patak forrása közelében állt a bucakemence, a gyártott vasbuca átlagos tömege 1673-ban 9 bécsi mázsá volt; 1755-ben a kemencét megnagyobbították, hogy 15 mázsás bucát is gyárthassanak.

A bucakemence egész éven át többé-kevésbé folyamatosan dolgozott, évente mintegy 1800 mázsá vasat termelt. A nagyolvasztót csak minden második évben fűtötték fel, és mindössze 6–8 hónapig üzemelt, a napi nyersvastermelés 20–28 mázsá volt. Ez a munkamenet azért alakult ki, mert a frissítőmű kapacitása a nagyolvasztóéhoz viszonyítva kicsi volt, így a kohó teljesítőképességének a felét sem tudták kihasználni.

A gyártott termékek 60%-át a rudak, laposacélok, közel 40%-át a szögek tették ki, a vasöntvények (ágyúgolyó, kis ágyú) az 1%-ot sem érték el. Az árut öszvérháton szállították hegyeken át a több mint 60 km-re fekvő Buccariba.

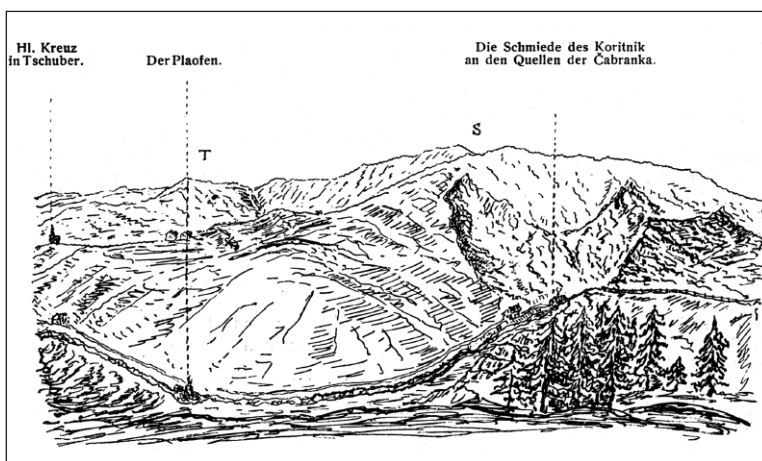
A csabari vasmű, amikor a magyar kamarához került, 34% nyereséggel termelt. A kiadások 29%-át a faszén, 7%-át az érc, 15%-át a szállítás költsége, 43%-át a bérek tették ki (a munkások száma 160 volt). Az idő múltával azonban a gyár gazdaságossága egyre csökkent, 1740-ben már veszteségesként említik. Ennek oka az érc minőségének romlása, a munkafegyelem lazulása, a piaci helyzet kedvezőtlen alakulása és mindezek következtében a termelés csökkenése volt. Ilyen körülmények között nem jutott pénz a felújításra, és a vasművet eladni sem sikerült, ezért 1785-ben működését megszüntették. Néhány megmaradt hámorépületben magánosok még a 19. sz. végén is folytattak jelentéktelen ipari tevékenységet (1. ábra).

Horvátországban a 18. sz. vége felé több helyütt (Bregana, Csernilug, Merzlavodica) működött rövid ideig bucakemence. A 19. sz. közepén egy bécsi nagykereskedő Rudén nagyolvasztót épített, de csak 1863-ig üzemeltette. A Zsirovac patak völgyében két nagyolvasztót is telepítettek. Tergovén a stájerországi J. Steinauer 1840 körül létesített egy nagyolvasztót és hámort, évente 900 t nyersvasat gyártott. Később a Krajnai Ipartársasághoz tartozott, a századfordulón már nem működött. A másikat Beslinacon From Alajos építette fel, a 20. sz. elején a Horvátországi Kohók, Bányák és Erdők Rt. tulajdonába került, évi termelése 1800 t volt. Ugyancsak a Krajnai Ipartársasághoz tartozott a Topuszkó melletti Petrovagorán 1861-ben üzembe helyezett, 2000 t/év teljesítményű kohó, ezt a Ganz-gyár 1887-től bérelte, 1898-ban pedig megvásárolta.

Források:

Kiszely Gy. – Rempert Z.: Zrínyi Péter csabari vasgyára a 17–18. században. BKL Kohászat, 1987. 11. sz.
Müllner, A.: Geschichte des Eisens in Krain, Görz und Istrien von der Urzeit bis zum Anfrage des XIX. Jahrhunderts. Wien–Leipzig, 1909.

Edvi Illés A. (szerk.): A magyar korona országainak gyáripara az 1906. évben. II. k. 1. r. Vasipar. Bp., 1911.



■ 1. ábra. A csabari vasmű maradványai a 19. sz. végén. (Hl Kreuz – Csabari község, Pläofen – nagyolvasztó, Die Schmiede – szöghámorok, T – e hegy túloldalán bányászták az ércet, S – a Buccariba vezető út hágója)



KAPTAY GYÖRGY

Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 5. rész

A határfelületi szétterítő erő

Összefoglalás

A cikksorozat 5. részében a Szerző levezeti a határfelületi szétterítő erő (= Marangoni-erő) képletét. Egymással nem elegyedő folyadékok esetén a Marangoni-erő a kisebb felületi feszültségű és a másikat tökéletesen nedvesítő folyadékot húzza rá a vele nem elegyedő, nagyobb felületi feszültségű folyadékokra. A Marangoni-erő extrapolálható arra az esetre is, amikor felületi hőmérséklet- vagy koncentráció-gradiens fellépte miatt a felület mentén felületifeszültség-gradiens alakul ki – ekkor a felületen olyan áramlás indul el, ami a kisebb felületi energiájú réteggel cseréli le a nagyobb felületi energiájú részt. A gyakorlatban ez az erő lézeres átolvasztásnál, ívhegesztésnél, illetve szerkezeti kerámiák salak/gáz, vagy salak/fémolvadék határfelületen fellépő korróziójában/eróziójában fontos.

Interfacial phenomena in metallic materials technologies. Part 5

The interfacial spreading force

Abstract

In the fifth part of this series of papers the equation for the interfacial spreading force (= the Marangoni force) is derived. In case of immiscible metals this force drives the liquid of smaller surface tension perfectly wetting the other liquid on the surface of the liquid of higher surface tension. The Marangoni force can be extrapolated to the case of a liquid/gas interface, when the temperature- or concentration gradient along the surface induces the appearance of the surface tension gradient. In this case the Marangoni force drives the surface layer of smaller surface tension to replace the surface layer of a higher surface tension. The importance of the Marangoni force is discussed in laser melting, arc welding and corrosion/erosion of ceramics at slag/gas and liquid metal / slag interfaces.

1. Bevezetés

A cikksorozat első részében [1] megadtuk a határfelületi erők fogalmát és összesen 8 határfelületi erő típust definiáltunk, melyek mind a természetben, mind a kohászatban (azaz a fémesanyaggyártó technológiákban) fellépnek. A cikksorozat második részében a határfelületi összehúzó erőről és a fúvókákról leszakadó, illetve folyadékokban emelkedő buborékok méretéről volt szó [2]. A cikksorozat harmadik részében a görbület indukálta határfelületi erőt, és az innen származtatható Laplace-nyomást tárgyaltuk, különös tekintettel az innen származtatott Kelvin egyenletre és annak furcsa kapcsolatára a Gibbs-féle termodinamikával [3]. A cikksorozat

negyedik részében a határfelületi gradiens erőt tárgyaltuk, ami képes diszpergált fázisokat (cseppeket, buborékokat) mozgatni a folyékony mátrixban lévő hőmérséklet- és/vagy koncentráció-gradiens hatására [4].

Hasonlóan az előző részhez, most is a hőmérséklet-, illetve az összetétel-gradiens által létrehozott felületifeszültség-gradiens által indukált határfelületi erővel foglalkozunk. Azonban az előző résztől eltérően nem egy fluidum (folyadék vagy gáz) fázisban diszpergált cseppekre / buborékokra ható erővel fogunk foglalkozni, hanem a folyadékfelszínnel párhuzamosan ható erővel, ami a felületi réteget képes mozgatni. Ezt a jelenséget először Thomson [5], majd tőle függetlenül Marangoni [6] írták le, a jelenség („Marangoni-áramlás”) és az azt előidéző „Marangoni-erő” az utóbbiról kapta a nevét. Ez a jelenség viszonylag jól dokumentált az irodalomban [7-11]. Ez a cikk erről az erőről szól, és arról, hogy ez az erő milyen szerepet játszik a fémesanyaggyártásban.

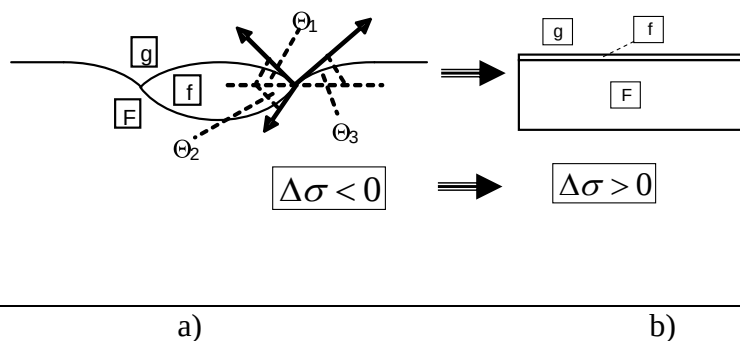
2. A határfelületi szétterítő erő levezetése

2.1. A szétterítés hajtóereje

Egy kis mennyiségű folyadék (f) két lehetséges alakját vele nem elegyedő, relatíve nagy mennyiségű folyadék (F) felületén az 1. ábrán mutatjuk be. Az 1a ábrán látható peremszögek közötti kapcsolatot a cikksorozat második részében, a (10-11) egyenletekkel írtuk le [2], amiből az következik, hogy a folyadékcsepp akkor alkot vékony, sík réteget a másik folyadék felületén (1b ábra), ha a következő egyenlettel definiált $\Delta\sigma$ mennyiség értéke pozitív:

$$\Delta\sigma \equiv \sigma_{Fg} - \sigma_{Ff} - \sigma_{fg} \quad (1)$$

ahol σ_{Fg} és σ_{fg} az F és f folyadékok felületi feszültsége, míg σ_{Ff} a két folyadék közötti határfelületi energia (mindegyik mértékegysége J/m^2). Ha tehát teljesül a $\Delta\sigma > 0$ feltétel, akkor az F folyadék felületére cseppentett f folyadék spontán szétterül, ahhoz hasonlóan, ahogy egy olajcsepp általában szétterül a víz felületén, vagy ahogy egy sóoldékcsepp általában szétterül az Al-olvadék felületén, vagy ahogy egy salakcsepp általában szétterül az acéolvadékok felületén. A következő alfejezetben ennek a szétterítő erőnek az egyenletét fogjuk levezetni.



1. ábra. Kis mennyiségű folyadék (f) nagy mennyiségű, vele nem elegyedő másik folyadék (F) felületén csepp (1a ábra) és vékony réteg (1b ábra) formájában.

2.2. A határfelületi szétterítő erő nem elegyedő folyadékok esetén

A 2. ábrán mutatjuk be az F folyadékot részben fedő f folyadékhártyát, amit x irányban a határfelületi szétterítő erő ($F_{fg,x}^{ter}$) terít szét az F folyadék felületén. Az erő képletének levezetéséhez először írjuk fel egy α fázisra, x irányban ható határfelületi erő általános egyenletét (lásd (3) egyenlet [1], illetve [12-13]):

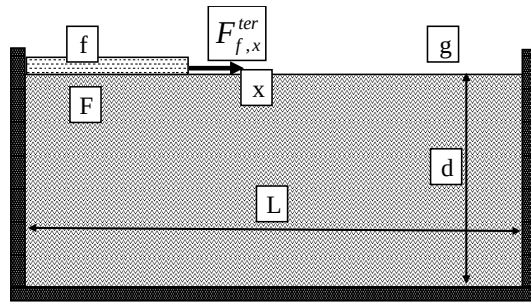
$$F_{\alpha,x} = -\sum_{i,j} A_{ij}(x) \cdot \frac{d\sigma_{ij}(x)}{dx} - \sum_{i,j} \sigma_{ij}(x) \cdot \frac{dA_{ij}(x)}{dx} \quad (2)$$

ahol $A_{ij}(x)$ az i és j fázisok közötti határfelület x -függő alapterülete (m^2), míg $\sigma_{ij}(x)$ az i és j fázisok közötti határfelület x -függő határfelületi energiája (J/m^2). Feltételezzük, hogy a folyamat során az (1) egyenletben lévő mindhárom határfelületi energia anyag-konstansként viselkedik, ezzel a (2) egyenlet első tagja zérussá válik. A 2. ábrán három fázis van jelen (F , f és g), ezért a (2) egyenlet második tagjának összegzése három tagot jelent:

$$F_{f,x}^{ter} = -\sigma_{Fg} \cdot \frac{dA_{Fg}}{dx} - \sigma_{fg} \cdot \frac{dA_{fg}}{dx} - \sigma_{Ff} \cdot \frac{dA_{Ff}}{dx} \quad (3)$$

ahol $F_{f,x}^{ter}$ az f fázisra x irányba ható „ter” = határfelületi „szétterítő” erő (lásd 2. ábra), ahol az x távolságot (m) a tégely bal belső szélétől mérjük. Az egyes határfelületek képletei a 2. ábrával összhangban: $A_{Ff} = A_{fg} = x \cdot w$ és $A_{Fg} = (L - x) \cdot w$, ahol w a tégely belső vastagsága (m) a 2. ábra síkjára merőlegesen mérve, L pedig a tégely belső hossza (m). Behelyettesítve ezt a két egyenletet a (3) egyenletbe, elvégezve a deriválásokat és figyelembe véve az (1) egyenletet, a következő egyenlethez jutunk:

$$F_{f,x}^{ter} = w \cdot \Delta\sigma \quad (4)$$



2. ábra. A határfelületi szétterítő erő értelmezéséhez, az egymásban nem elegyedő folyadékok (F és f) esetén

Amennyiben teljesül a 2.1 alfejezetben megadott $\Delta\sigma > 0$ feltétel, a (4) egyenlettel leírt határfelületi szétterítő erő mindig pozitív értékű lesz, azaz iránya megegyezik a 2. ábrán bemutatottal. Eszerint ez az erő valóban szétteríti az f folyadékot az F folyadék felületén. Ennek a szétterítésnek vagy a tégely felületének végessége, vagy az f folyadék anyagmennyiségének a végessége szabhat határt. Ez utóbbi azonban csak akkor, ha az f folyadékot az egyatomos (vagy egy-molekuláris) réteghez képest is jobban szét akarnánk húzni, hiszen ez az f folyadék atomjai / molekulái közötti szakadáshoz vezetne. Az f folyadék a következő moláris felület lefedésére képes (ω_f , m²/mol):

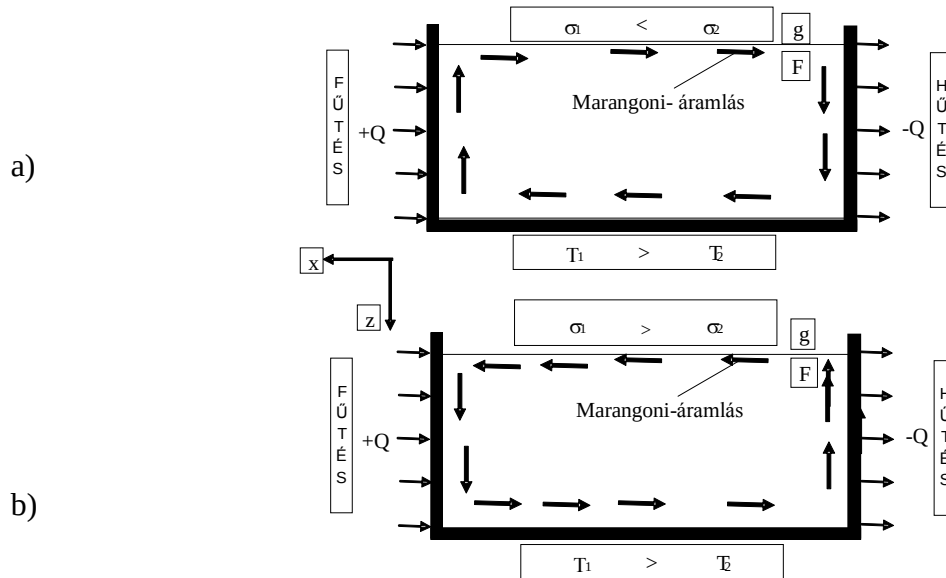
$$\omega_f \cong V_f^{2/3} \cdot N_{Av}^{1/3} \quad (5)$$

ahol V_f az f folyadék moláris térfogata (m³/mol), $N_{Av} = 6.02 \cdot 10^{23}$ 1/mol pedig az Avogadro-szám. A só- és salakolvadékok jellemző moláris térfogata 30 cm³/mol körüli, ezért a moláris felület jellemző értéke az (5) egyenletből $\omega_f \cong 8.1 \cdot 10^4$ m²/mol. Azaz 1 mol $\cong$ 58,5 g NaCl olvadék kb. 81.000 m² Al-olvadék felületet képes vékony rétegben befedni. Az olajok közel ugyanennyire hatékonyak a víz felszínén, ebből következik, hogy hatalmas óceánfelületet képes lefedni egy tankerhajóból kiszabaduló több száz tonna olaj. Marangoni híres kísérletében egyébként azt mérte le, hogy egy olajfolt egy tó közepéről mennyi idő alatt ér ki a tó szélére. Ehhez azért volt szüksége egy teljes tóra, mert a folyamat olyan gyors, hogy egy vödörben a XIX. századi mérés technikával nem kapott érzékelhető / mérhető eredményt. Ez számunkra, kohászok számára azt jelenti, hogy ha akár kis mennyiségű só- vagy salakolvadék van a kemencében, az „pillanatok alatt” befedi a rendelkezésére álló teljes fémolvadék-felületet.

2.3. A határfelületi szétterítő erő oldatban lévő felületi réteg esetén

Most terjesszük ki a (4) egyenlettel leírt határfelületi szétterítő erő hatását olyan esetre, amikor ugyancsak egy folyadékfázisunk van, de annak folyadék/gáz felülete mentén felületifeszültség-gradiens alakul ki. Ilyen esetet mutatunk be a 3. ábrán, ahol a felületifeszültség-gradienst a felületi hőmérséklet-gradiens (dT/dx , K/m) hozza létre, amit oly módon tartunk állandósult állapotban, hogy egy tégely bal oldalát fűtjük, jobb oldalát pedig hűtjük. Mint a 3. ábrán látjuk, az x vektor irányát jobbról balra választottuk ki, így a hőmérséklet-gradiens vektora pozitív értékre adódik. A természet most is energiaminimumra törekszik. Ezt a 3. ábra által támasztott peremfeltételek mellett úgy oldja meg, hogy a kisebb felületi feszültségű folyadékkrésszel lecseréli a nagyobb felületi feszültségű folyadékreszt. Ha érvényes az Eötvös-szabály, azaz ha a felületi feszültség csökken a hőmérséklet növelésével ($d\sigma_{Fg}/dT < 0$, 3a ábra), akkor a tégely bal oldalán kisebb a felületi feszültség és ezért a felületen balról jobbra indul áramlás. Azonban a kis felületi feszültségű folyadék legalább részben lehül, mire a tégely jobb oldalára ér, emiatt megnő a felületi feszültsége, és ezért a bal oldali friss, meleg folyadék őt is le akarja cserélni. Ezzel kialakul egy, a teljes belső tégelyfelület menti áramlás, ami a teljes folyadékot átkeveri. Ehhez természetesen az kell, hogy a hőmérséklet-gradienst külső energiabefektetéssel (fűtéssel és hűtéssel) fenntartsuk. Amennyiben olyan különleges folyadék-

összetételt használunk, amire nem érvényes az Eötvös-szabály, azaz ha a felületi feszültség növekszik a hőmérséklet növelésével ($d\sigma_{Fg}/dT > 0$, 3b ábra), az áramlás iránya ellentétes lesz a 3a ábrán bemutatotthoz képest.



3. ábra. A határfelületi szétterítő erő értelmezéséhez egy folyadék/gáz határfelületen, hőmérséklet-gradiens jelenléte esetén, ha $d\sigma/dT < 0$ (3a ábra) és ha $d\sigma/dT > 0$ (3b ábra)

A határfelületi szétterítő erő képlete ebben az esetben a (4) egyenlet kiterjesztéseként vezethető le. Szorozzuk meg és osszuk el a (4) egyenlet jobb oldalát x -szel és vegyük figyelembe, hogy $w \cdot x = A_{Fg}$ és $\Delta\sigma/x = d\sigma_{Fg}/dx$. Ekkor a (4) egyenlet helyett a következő egyenletet kapjuk az Fg határfelületre:

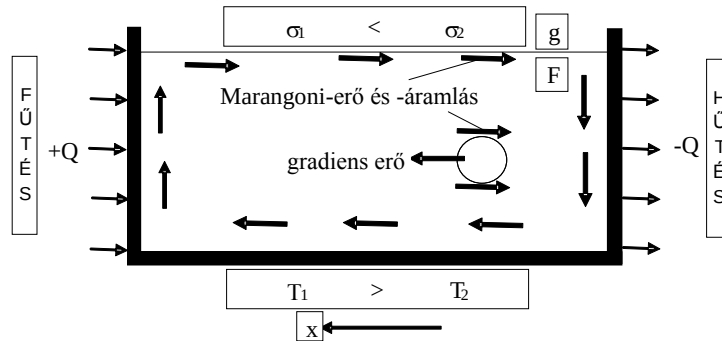
$$F_{Fg,x}^{ter} = A_{Fg} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dx} \quad (6)$$

Összehasonlítva a (6) egyenletet e cikksorozat előző részében a határfelületi gradiens erőre levezetett (2) egyenlettel [4] úgy találjuk, hogy a két erő egymással abszolút értelemben azonos, de egymással ellentétes irányú:

$$F_{Fg,x}^{ter} = -F_{g,x}^{grad} \quad (7)$$

Más szóval ha a felületi feszültség gradiense balról jobbra mutat (lásd 3a ábra), akkor a folyadék felületi (Marangoni) áramlása balról jobbra halad, míg a folyadék belsejében diszpergálódott buborék az ellenkező irányba, jobbról balra fog haladni (4. ábra). Mint a 4. ábráról látjuk, ez azért van így, mert a buborék mentén fellépő Marangoni-áramlás hatására a buborék jobb oldalán túlnyomás (túl sok folyadék), bal oldalán pedig vákuum (túl kevés folyadék) keletkezik, ami a nagynyomású helyről a kisnyomású hely felé (azaz jobbról balra) fogja lökni a buborékot. Ezért az előző részben tárgyalt határfelületi gradiens erő [4] nevezhető „Marangoni-erő által indukált határfelületi gradiens erőnek” is, de Marangoni-erőnek (ahogy az

irodalomban többször hibásan illetik) semmiképpen sem. Marangoni-erőnek csak az itt tárgyalt határfelületi szétterítő erő nevezhető.



4. ábra. Ugyanaz, mint a 3a ábra, de középen egy buborékkal, amin a határfelületi szétterítő (Marangoni) erő által indukált határfelületi gradiens erő felléptét szemléltetjük

Most ismételjük meg az előző rész (3) egyenletét [4], miszerint a felületifeszültség-gradienst vagy hőmérséklet-, vagy koncentráció-gradiens okozza:

$$\frac{d\sigma_{Fg}}{dx} = \frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} + \sum_c \frac{d\sigma_{Fg}}{dx_c} \cdot \frac{dx_c}{dx} \quad (8)$$

ahol $d\sigma_{Fg}/dT$ (J/m²K) a felületi feszültség hőmérsékleti koefficiense, $d\sigma_{Fg}/dx_c$ (J/m²) a felületi feszültség koncentráció szerinti koefficiense, x_c az F folyadékban oldott c komponens móltörtje (dimenziómentes), $(dT/dx, K/m)$ a hőmérséklet-gradiens és $(dx_c/dx, 1/m)$ a c komponens koncentráció-gradiense. A határfelületi szétterítő erő legáltalánosabb képlete a (8) egyenletnek a (6) egyenletbe való behelyettesítésével kapható meg:

$$F_{Fg,x}^{ter} = A_{Fg} \cdot \left(\frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} + \sum_c \frac{d\sigma_{Fg}}{dx_c} \cdot \frac{dx_c}{dx} \right) \quad (9)$$

2.4. A Marangoni-áramlás sebessége

A (6, 9) egyenletekkel leírt határfelületi erő a felületi Marangoni-áramlás hajtóereje. Ha egy newtoni viszkozitású folyadékban áramlás indul el, akkor fellép az áramlást fékező súrlódási erő is, melynek képlete [14]:

$$F_{Fg,x}^{sur} = -A_{Fg} \cdot \eta \cdot \left| \frac{dv_{Fg,x}}{dz} \right| \quad (10)$$

ahol η a folyadék dinamikai viszkozitása (Pas), $v_{Fg,x}$ (m/s) a felület mentén x irányban, a Marangoni-erő hatására fellépő felületi áramlás sebessége, z pedig az x vektorra merőleges, lefelé mutató irány (lásd 3. ábra). Mint a 3. ábrán látjuk, az anyagmérleg miatt a folyadék felszínén és aljának közelében hasonló sebességű, de ellenkező irányú a folyadékáramlás. Ezért az x irányú áramlási sebesség z irányú gradiensének közelítő képlete:

$$\left| \frac{dv_{Fg,x}}{dz} \right| \cong \frac{2 \cdot v_{Fg,x}}{d} \quad (11)$$

ahol d (m) a folyadék mélysége (lásd 2. ábra). Behelyettesítve a (11) egyenletet a (10) egyenletbe, a súrlódási erő közelítő képlete:

$$F_{Fg,x}^{sur} = -A_{Fg} \cdot \eta \cdot \frac{2 \cdot v_{Fg,x}}{d} \quad (12)$$

A folyadék áramlása akkor éri el az állandósult állapotot jellemző egyensúlyi sebességet ($v_{Fg,x}^{egy}$, m/s), ha a folyadékfelszínre ható két erő eredője zérussá válik:

$$F_{Fg,x}^{ter} + F_{Fg,x}^{sur} = 0 \quad (13)$$

Behelyettesítve a (6, 12) egyenleteket a (13) egyenletbe, a következő egyenletet kapjuk az egyensúlyi felületi áramlási sebességre:

$$v_{Fg,x}^{egy} \cong \frac{d}{2 \cdot \eta} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dx} \quad (14)$$

Végezzünk próbaszámítást a (14) egyenlettel, feltételezve, hogy egy acél felületét nagy energiájú lézerrel olvasztjuk meg, és a Marangoni-áramlást a hőmérséklet-gradiens okozza. Ekkor a (14) egyenletbe helyettesítve a (8) egyenlet első tagját, konkrétan a következő egyenlettel számolhatunk:

$$v_{Fg,x}^{egy} \cong \frac{d}{2 \cdot \eta} \cdot \frac{d\sigma_{Fg}}{dT} \cdot \frac{dT}{dx} \quad (15)$$

Tegyük fel, hogy a lézersugár által megvilágított folt alatt közvetlenül 2600 K az acéolvadék hőmérséklete, ami sugárirányban kifelé erőteljesen csökken, és mindössze 2 mm távolságon belül elérjük az acél likvidusz-hőmérsékletét (kb. 1800 K). Mutasson az x vektor sugárirányban kifelé. Ekkor a felületi hőmérséklet-gradiens:

$dT/dx = (1800 - 2600)/0,002 = -4 \cdot 10^5$ K/m. Az alacsony oxigén- és kéntartalmú acélok felületi feszültségének hőmérsékleti koefficiense [15]: $d\sigma_{Fg}/dT \cong -0,49$ mJ/m²K. Az acél viszkozitása

az átlagos 2200 K-en [15]: $\eta \cong 4$ mPas. Amennyiben az átolvasztott acélréteg mélysége $d = 2$ mm, a Marangoni-áramlás sebességére a (15) egyenletről: $v_{Fg,x}^{egy} \cong 49$ m/s = 176 km/h érték adódik. Tehát az acélolvadék felületi rétege egy gyorsvonat sebességével száguld sugárirányban kifelé. Nyilvánvaló, hogy mind a lézersugaras átolvasztásnál [16-27], mind az ívhegesztésnél [28-34] ennek a jelenségnek nagy szerepe lesz mind az olvadéktócsa alakjára, mind annak homogenitására. Felületi acélmátrixú nanokompozitok lézeres in situ előállításánál azt tapasztaltuk, hogy a szintézishez szükséges kémiai cserereakciók gyakorlatilag teljes mértékben lejátszódnak és homogén koncentrációmező alakul ki akár tizedmásodperc alatt is, a nagy sebességű Marangoni-áramlásnak köszönhetően [25]. Ívhegesztésnél alapvető fontosságú olyan felületi összetétel kialakítása, ami megfordítja a Marangoni-áramlás „normál” irányát, az Eötvös-szabálynak ellentmondó módon [34]. Ezt a kérdést részletesebben a következő fejezetben tárgyaljuk.

3. A határfelületi szétterítő erő gyakorlati jelentősége két példán

3.1. A hőmérséklet-gradiens hatása: hegesztési varratok alakja

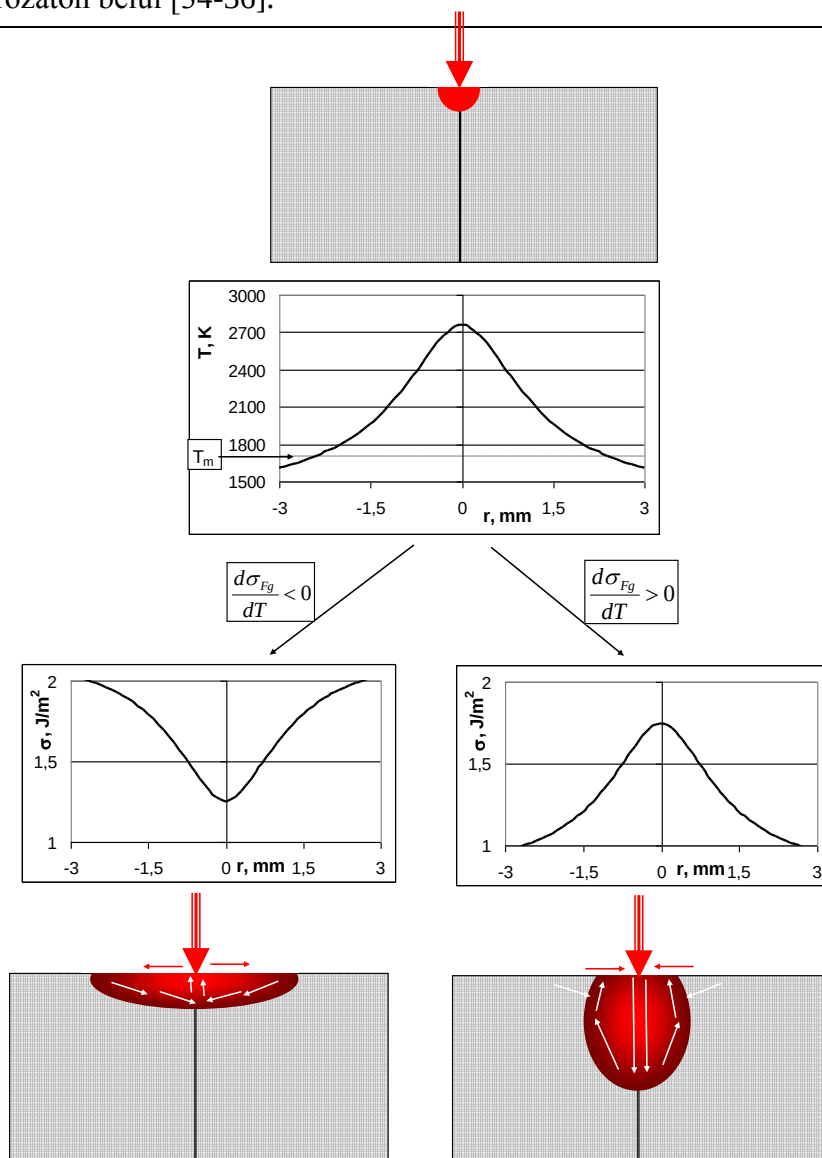
Az 5. ábrán szematikusan mutatom be, hogy milyen alakú hegesztési varrat jön létre attól függően, hogy milyen irányú a Marangoni-áramlás. Mivel az elektronsugárral az összehegesztendő fémdarabokat középen olvasztjuk meg (miközben a hegesztősugár az 5. ábra síkjára merőlegesen halad), ezért a hőforrás alatt lesz maximális a hőmérséklet, ami kifelé sugárirányban fokozatosan csökken. Ezek után a fém összetételének függvényében két esetet különböztethetünk meg.

Az 5. ábra bal oldalán látjuk a „normál” alapesetet, ami megfelel az Eötvös-szabálynak, amennyiben a hegesztendő fémek összetétele olyan, hogy a felületi feszültség hőmérsékleti együtthatója negatív ($d\sigma_{Fg}/dT < 0$). Ekkor a nagy hőmérsékletű, középső résznek a legkisebb a felületi feszültsége, és emiatt a Marangoni-áramlás a felületen középről kifelé indul. Emiatt az elektronsugár által felmelegített fémolvadék oldalirányban olvasztja a fémeket, és mire visszakanyarodik, elveszti a többlethőjét (mivel az olvadás endoterm folyamat), ezért lefelé már nem tud olvasztani – lefelé csak hővezetéssel terjed a hő. Hővezetéssel a hő azonban oldalirányban is terjed, ezért az átolvasztott profil sekély és széles lesz a forró folyadék kifelé való felületi áramlása miatt. Az így keletkező sekély hegesztési varrat gyenge kötést hoz létre, ráadásul feleslegesen energiapazarló, hiszen felesleges felületi fémrészeket olvaszt át.

Az 5. ábra jobb oldalán látjuk a „fordított” esetet, ami ellentmond az Eötvös-szabálynak, amennyiben a hegesztendő fémek összetétele olyan, hogy a felületi feszültség hőmérsékleti együtthatója pozitív ($d\sigma_{Fg}/dT > 0$). Ekkor a nagy hőmérsékletű, középső résznek a legnagyobb a felületi feszültsége, és emiatt a Marangoni-áramlás a felületen kívülről befelé indul. A két oldalról érkező áramlás középen találkozik. Ennek következtében középen elvileg kialakulhatna egy gejzír is, de gravitációs okokból a fémolvadék inkább lefelé fordul. Emiatt az elektronsugár által felmelegített fémolvadék lefelé olvasztja a fémeket, és mire visszakanyarodik, elveszti a

többlethőjét (mivel az olvadás endoterm folyamat), ezért oldalirányban már nem tud olvasztani – oldalirányban csak hővezetéssel terjed a hő. Hővezetéssel a hő azonban lefelé is terjed, ezért az átolvasztott profil mély és keskeny lesz a forró folyadék lefelé való áramlása miatt. Az így keletkező mély hegesztési varrat erős kötést hoz létre, ráadásul úgy, hogy közben csak a minimálisan szükséges felületi fémrészeket olvasztja át.

Mint látjuk, ezen utóbbi, „fordított” Marangoni-áramláshoz olyan speciális ötvözet-összetételre van szükség, ami az Eötvös-szabálynak ellentmondó, pozitív előjelű $d\sigma_{Fg}/dT$ -t biztosít. A megoldás kulcsa a felületi fázisátalakulás, amiről egy külön cikk fog szólni e cikksorozaton belül [34-36].

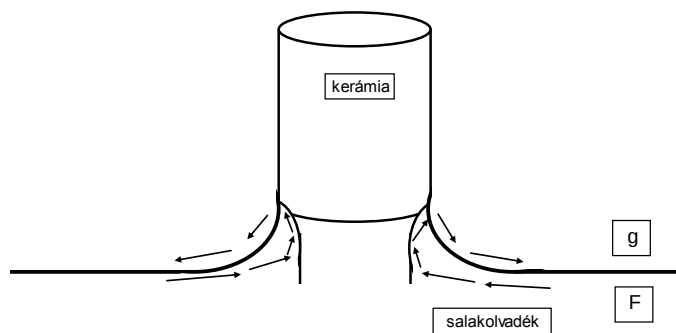


5. ábra. Hegesztési varrat sematikus alakja a felületi feszültség hőmérsékleti koefficiensének előjelétől, azaz a Marangoni-áramlás irányától függően

3.2. A koncentráció-gradiens hatása: erózió salak határfelületen

A 6. ábrán egy olyan kerámiaszerelvényt mutatok be, ami salakolvadékba nyúlik - ez előfordul mind az üveg-, mind az acélgyártás során [37]. Tegyük fel, hogy a salakolvadék nedvesíti a kerámiát (ami jellemző), és abból felületaktív komponens oldódik a salakolvadékba. Ez azt jelenti, hogy a kerámia/salak/gáz háromfázisú vonal mentén a kerámia lokális oldódása miatt megnő a felületaktív komponens koncentrációja, ami koncentráció-gradiens által indukált Marangoni-áramlást hoz létre a salakolvadék/gáz határfelület mentén. Ez a felületi áramlás a kerámiaszerelvénytől távolodó irányú lesz, amit viszont az anyagmegmaradás törvénye miatt kompenzálnia kell egy ellentétes irányú, térfogati áramlásnak. Ez utóbbi az, ami intenzív salakáramlást hoz létre a kerámiaszerelvénnyel szembe fordított irányban a salak/gáz határfelület alatt, és ezzel intenzív kerámia korróziót / eróziót okoz.

Hasonló jelenségeket a salak/fémolvadék határfelületek közelében is gyakran megfigyelhetünk, amit szintén a koncentráció-gradiens által indukált Marangoni-áramlás okoz.



6. ábra. Egy kerámia alkatrész eróziója / korróziója a salak/gáz határfelületen

Összefoglalás

A cikksorozat ezen 5. részében a felület mentén fellépő Marangoni-áramlást kiváltó, ún. „határfelületi szétterítő erő” és az áramlás egyensúlyi sebességének képleteit vezettem le. Láthatjuk, hogy kellőképpen nagy felületi hőmérséklet-gradiens, vagy koncentráció-gradiens hatására a felületen intenzív áramlás indul el, ami a teljes olvadék keverését is előidézheti, de szerepe van az olvadékba nyúló szerelvények korróziójában / eróziójában is. Az intenzív Marangoni-áramlás teszi lehetővé azt, hogy lézeres nanokompozit-gyártás esetén az átolvasztott felületi fémréteg homogén legyen. Az Eötvös-szabálynak megfelelő összetételű fémek elektronsugaras hegesztése során a Marangoni-áramlás sekély és széles varratokat okoz, amit csak az Eötvös-szabálynak ellentmondó, speciális ötvözet-összetételek kialakításával lehet megfordítani és mély, keskeny hegesztési varratokat létrehozni. Az itt említetteken túl a Marangoni-áramlás rengeteg kohászati és egyéb technológiai történésért felel. Ha megértjük a lényegét, mint mindent, ezt a jelenséget is a saját hasznunkra fordíthatjuk.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TAMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt támogatta, az Európai Szociális Alap segítségével. Szerző köszönetét fejezi ki a BKL Kohászat Szerkesztőségének, hogy lehetővé tették e cikksorozat publikálását. Ezt a cikksorozatot Édesapám, *id. Kaptay György* kohómérnök (1933 – 2008) emlékének ajánlom.

Irodalom

- [1] Kaptay Gy.: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 1. rész. A határfelületi erők osztályozása. BKL Kohászat, 2009., 142. évf., 3. szám, 39-46.o.
- [2] Kaptay Gy.: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 2. rész. A határfelületi összehúzó erő. BKL Kohászat, 2009., 142. évf., 6. szám, 37-46.o.
- [3] Kaptay Gy.: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 3. rész. A görbület indukálta határfelületi erő. BKL Kohászat, 2010., 143. évf., 3. szám, 33-38. o.
- [4] Kaptay Gy.: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 4. rész. A határfelületi gradiens erő. BKL Kohászat, 2010., 143. évf., 5. szám, 45-54.o.
- [5] Thomson, J.: On certain curious motions observable at the surfaces of wine and other alcoholic liquors, Phil. Mag. Ser.4, 10 (1855) 330-333.
- [6] Marangoni, C.: Difesa della teoriia dell'elasticita superficiale dei liquidi. Plasticita superficiale. Pel Dott, Nuovo Chim. Ser.3, 3 (1878) 97-115.
- [7] Mills, K. C. -- Hondors, E. D. -- Li, Z.: Interfacial phenomena in high temperature processes, J. Mater. Sci. 40 (2005) 2403-2409.
- [8] Chatterjee, D. -- Chakraborty, S.: Large-eddy simulation of laser -induced surface - tension - driven flow, Metal. Mater. Trans. B, 36B (2005) 743-754.
- [9] Shiratori, S. -- Hibiya, T. -- Kuhlmann, H. C.: Effect of centrifugal forces on the instability of the thermocapillary flow in partially confined half-zones, Microgr. Sci. Techn., 18 (2006) 132-136.
- [10] Quéré, D. -- Ajdari, A.: Surfing the hot spot, Nature Mater., 5 (2006) 429-430.
- [11] O. Udvardy, A. Lovas, Dynamic phenomena during sessile drop measurements due to oxide layer disruption, Mater Sci Forum, 589 (2008) 173-178.
- [12] Kaptay, G.: Classification and general derivation of interfacial forces, acting on phases, situated in the bulk, or at the interface of other phases, J. Mater. Sci, 40 (2005) 2125-2131.
- [13] Kaptay, G. -- Vermes, G.: Interfacial forces: classification, Encyclopedia of Surface and Colloid Science, Taylor & Francis, 2009, pp.1-19, DOI: 10.1081/E-ESCS-120044936
- [14] Poirier, D. R. -- Geiger, G. H.: Transport Phenomena in Materials Processing, TMS, Warrendale, 1994, 658 pp.
- [15] Iida, T. -- Guthrie, R. I. L.: The Physical Properties of Liquid Metals, Clarendon Press, Oxford, 1993, 288 pp.

- [16] Roósz, A. -- Sólyom, J. -- Teleszky, I.: Some observations made in the structure of laser-remelted layer of TiC- and WC-alloyed Al-alloy - Prakt. Metallogr., 35 (1988) 448-445
- [17] Roósz, A. -- Teleszky, I. -- Boros, F. -- Buza, G.: Solidification of Al-6Zn-2Mg alloy after laser remelting - Mater. Sci. Eng., A, 173 (1993) 351-355.
- [18] Buza G.: Felületkezelés lézerrel - Természet Világa, 128 (1997) 517-520.
- [19] Gács, Z. -- Pieczonka, T. -- Kovács, J. -- Buza, G.: Investigation of sintered and laser surface remelted Al-SiC composites - Surf. Coat. Techn. 151-152 (2001) 320-324.
- [20] Králik, G. -- Fülöp, P. -- Verő, B. -- Zsámbok D.: Laser Surface Treatment of Steels - Mater. Sci. Forum, 414-415 (2003) 21-30.
- [21] Buza G. -- Kálazi Z. -- Kálmán E. -- Sólyom J.: Öntöttvas felületi lézersugaras átolvasztásának néhány fémtani kérdése - BKL Kohászat, 2004, 137. évf., No.2, pp. 39-44.
- [22] Janó V. -- Buza G. -- Kálazi Z.: Diszperz eloszlású, fémmátrixú kerámia kompozitréteg létrehozása lézersugaras felületkezeléssel – BKL Kohászat, 2005., 138. évf., 3. szám, 39-44
- [23] Bitay, E. -- Roósz, A.: Investigation of phenomena taking place in laser surface alloying steels of WC - Co - Mater. Sci. Forum, 508 (2006) 301-306.
- [24] Svéda, M. -- Roósz, A. -- Buza, G.: Formation of lead bearing surface layers on aluminum alloys by laser alloying - Mater Sci Forum, 508 (2006) 99-104.
- [25] Verezub, O. -- Kálazi, Z. -- Buza, G. -- Verezub, N. V. -- Kaptay, G.: In-situ synthesis of a carbide reinforced steel matrix surface nanocomposite by laser melt injection technology and subsequent heat treatment, Surface & Coatings Technology, 203 (2009) 3049-3057.
- [26] Verezub, O. -- Kálazi, Z. -- Buza, G. -- Verezub, N. V. -- Kaptay, G.: Classification of laser beam induced surface engineering technologies and in situ synthesis of steel matrix surface nanocomposites - Surface Engineering, 27 (2011) 428-435.
- [27] Verezub, O. -- Kálazi, Z. -- Sytcheva, A. -- Kuzsella, L. -- Buza, G. -- Verezub, N. V. -- Fedorov, A. -- Kaptay, G.: Performance of a cutting tool made of steel matrix surface nanocomposite produced by in-situ laser melt injection technology – J Mater Process Technol., 211 (2011) 750-758.
- [28] Heiple, C.R. -- Roper, J. R.: Mechanism for minor element effect on GTA fusion zone geometry - Welding J., 61 (1982) 97s-102s.
- [29] Wang, Y. -- Tsai, H. L.: Effects of surface active elements on weld pool fluid flow and weld penetration in gas metal arc welding - Metall. Mater. Trans., 32B (2001) 501-514.
- [30] Lu, S. -- Fujii, H. -- Nogi, K.: Influence of welding parameters and shielding gas composition on GTA weld shape - ISIJ Int., 45 (2005) 66-70.
- [31] Lowke, J. J. -- Tanaka, M. -- Ushio, M.: Mechanisms giving increased weld depth due to a flux - J Phys D:Appl. Phys., 38 (2005) 3438-3445.

- [32] *Sándor T.*: Az ATIG-hegesztés elmélete és gyakorlati igazolása - Gyártóeszközök, szerszámok, szerszámgépek, 2007, No.2, pp.22-24.
- [33] *Sándor, T. -- Dobránszky, J.*: The experiences of activated tungsten inert gas (ATIG) welding applied on 1.4301 type stainless steel plates. Materials Science Forum, 537-538 (2007) 63-70.
- [34] *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, submitted to Science Technology of Welding Joining.
- [35] *Kaptay, G.*: A method to calculate equilibrium surface phase transition lines in monotectic systems – CALPHAD, 29 (2005) 56-67 (+ Erratum, 29 (2005) 262).
- [36] *Mekler, C. -- Kaptay, G.*: Calculation of surface tension and surface phase transition line in binary Ga-Tl system – Mater Sci Eng A, 495 (2008) 65-69.
- [37] *Mukai, K.*: Marangoni flows and corrosion of refractory walls - Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 356 (1998) 1015-1026.



PÁLMAI ZOLTÁN

A szerszámanyagok kopási folyamatai forgácsolásnál

Kivonat

A forgácsoló szerszám kopásának vizsgálatai alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a forgácsolási út hosszának figyelembevétele nem csak az abrazív, adhéziós, hanem a termikusan aktivált diffúziós, oxidációs folyamatoknál is szükséges. Ezért a kopási sebesség olyan matematikai modelljének alkalmazását javasoljuk, amelynek konstansai és a folyamat aktiválási energiája forgácsolási kísérletekkel, de akár váltakozó technológiai paraméterekkel folytatott üzemi gyártás közben végzett kopásmérésekből is meghatározhatók. A kopási egyenlet validációja során meghatároztuk a kopás aktiválási energiáját a C45/P20 munkadarab/szerszámanyag párosításnál.

1. Előzmények

A szerszámok kopásállósága fontos gazdasági tényező, amely mindig élénken foglalkoztatta a technológusokat. *Schallbroch* és *Bethmann* könyve 60 évvel ezelőtt már 106 irodalmi forrást idézett [1]. A forgácsolás szerszámanyagainak fejlődése lényegében a szövetszerkezetükben lévő kemény, kopásálló fázisok mennyiségének növekedése révén valósult meg. Az első nagy áttörést az előző századforduló táján a gyorsacél megjelenése hozta, amelynek a kopásállóságát döntő mértékben már nem a martenzit keménysége, hanem a korábbiakban használatos szerszámacéloknál lényegesen nagyobb karbidtartalom eredményezte, és ennek révén a termelékenység ugrásszerűen megnövekedett. A fejlődés következő lényeges fokozata az 1930-as években a porkohászati úton előállított keményszemű volt, amelyben a karbidok mennyiségét a lehetséges maximumra növelték, a szerszámanyag a műszakilag lehetséges minimális Co kötőanyag mellett már csak karbidokat tartalmazott. A WC nagy kopásállóságát a TiC, (W,Ti,Ta)C hőállóságával kombinálva különböző alkalmazási anyagcsoportok alakultak ki. Ebben a fejlődési sorban végül a főleg Al_2O_3 bázisú kerámiák következtek, amelyek keményszemű tartalma már 100%. A nyilvánvaló ellentmondást, amely az anyag szívóssága és a kopásállósága között egyre zavaróbbá vált, végül is a bevonatos szerszámok megjelenése oldotta fel, amelyekben, mint ismeretes, a szívós gyorsacél vagy keményszemű szubsztráton különböző TiN, TiC, Al_2O_3 bevonatok és ezek kombinációi tovább növelték a szerszámanyagok teljesítőképességét. A fejlődés ma is tart, a kopási folyamatok tanulmányozása révén a szerszám élének extrém igénybevitelét mind jobban elviselni képes anyagkombinációk jelennek meg. Ezért aztán a szerszám anyagának használat közbeni degradációja a technológusok és anyagkutatók érdeklődésének továbbra is egyik fontos fókuszpontja.

Már a múlt század közepén jelentős eredmények születtek. A szerszámok kopását meghatározó komplex folyamatok leírására *Takeyama* és *Murata* [2] az általános

$$W = W_b(n, \sigma_s) + W_a(L, \sigma_a) + W_p(\theta, t) + W_i \quad (1)$$

egyenletet vezette be, ahol W_b a fáradás hatására bekövetkező ún. morzsolódó törés, n a sokkok száma, σ_s, σ_a anyagjellemzők, W_a mechanikus abrázio, L a v sebességgel t idő alatt végigforgácsolt úthossz, W_r termikusan aktivált kopás, θ a szerszámon kialakuló ún. forgácsolási hőmérséklet, W_i egyéb mechanizmusok.

Folyamatos forgácsolás esetében a W_b és W_i negligálásával a kopási sebesség

$$\frac{dW}{dt} = vA(L) + B \exp - \frac{Q}{R\theta}, \quad (2)$$

ahol Q a kopási folyamat aktiválási energiája, R az általános gázállandó és A, B anyagtól, technológiától függő konstans.

A kopáselmélet módszerét követve a kopás jelölésére ebben a dolgozatban továbbra is a W -t használjuk.

Dawihl [3] kimutatta, hogy a diffúzió következtében meggyengült struktúra felületi roncsolódásakor a keményfém TiC-tartalma fékezi a kopást. *Altenwerth* [4] részletesen tanulmányozta a keményfém/acél határfelületen végbemenő reakciókat, a Co diffúziójának jelentőségét. *Schaller* [5] kvantitatív megállapításokat tett a Fe-ban szubsztitúciósan oldódó Co szerepére, a különböző karbidkomponensek, mint a (W,Ti,Ta)C komplex karbidok mennyiségére és hatására vonatkozóan. Modellkísérleteket is végezve feltérképezte a különböző hőmérsékleteken domináns átalakulási, diffúziós folyamatokat, az acél munkadarabban az α -Fe ill. γ -Fe jelenlétének, C-tartalmának hatását a keményfém struktúra degradációjára. Minthogy a forgácsolási folyamat intenzitásának növelésekor az acél munkadarab felületi rétegében α - γ átalakulás is bekövetkezhet [6], ez lényegesen megváltoztatja a diffúziós folyamatok feltételeit. [7]. *Cook* és *Nayak* [8] ezekre támaszkodva arra a következtetésre jutott, hogy abban az esetben, ha a forgácsolási hőmérséklet kisebb a szerszámanyag olvadáspontjának felénél, a kopás aktiválási energiája is kb. a fele annak az értéknek, amely a homloklapon a kráterképződésnél tapasztalható domináns folyamatra jellemző. Ennek alátámasztására több diffúziós folyamatot is megvizsgáltak, amint *Cook* is tette összefoglaló tanulmányában [9], aki

- a szerszámból a Co kidiffundálásánál a csak WC-ot tartalmazó keményfémből 159 ± 21 kJ/mol, komplex karbidok jelenléte esetén $Q = 134 \pm 8$ kJ/mol,
- acél munkadarabba diffundálásánál $Q = 134$ kJ/mol,
- a $C \rightarrow \alpha - Fe$ folyamatra $Q = 75$ -84 kJ/mol,
- a $C \rightarrow WC$ folyamatra $Q = 247$ kJ/mol,
- WC-6Co kúszásánál (870–1100 K) 84 kJ/mol,
- WC-16TiC-15TaC-10Co kúszásánál (1100 K) 155 kJ/mol,
- az $\alpha - Fe$ szemcsehatár öndiffúziójára 168–188 kJ/mol,
- a vasoxid kialakulására ≈ 138 kJ/mol

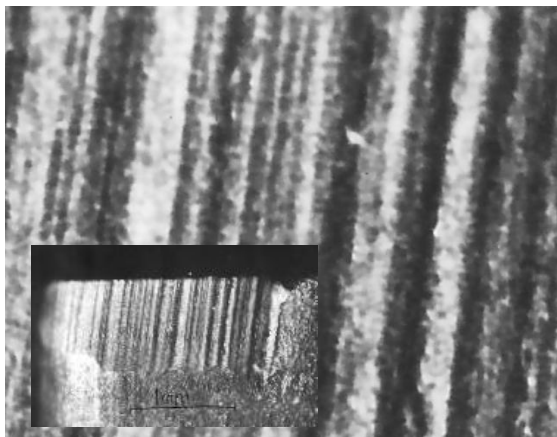
aktiválási energia értéket adott meg.

A (2) egyenletben az első, az abráziós tag csak az L végigforgácsolt úttól, a második tag pedig csak a művelet t idejétől függ. Számos kutató munkájában a későbbiekben is ez a szemlélet érvényesült [10]. A szerszám hátlapján (a szerszámnak a munkadarabra „néző” felületén) végbemenő részfolyamatok tanulmányozása során egyesek a (2) egyenlet második tagját elhanyagolva az adhéziós, abráziós kopásra koncentráltak, mint *Shaw* és *Dirke* [11]. Mások viszont – a szerszám forgáccsal érintkező homlokfelületének ún. kráterkopását vizsgálva – éppen fordítva, a (2) egyenlet első tagját negligálták, mint *Trigger*, *Chao* [12] és *Pálmai* [13,14]. *Usui* és *Shirakashi* [15] a hátkopást is vizsgálva ahhoz a fontos felismeréshez jutott, hogy a termikusan aktivált kopási folyamatoknál a kopási út hosszúságát figyelembe kell venni. Ők viszont az abrazív, adhéziós folyamatokat hagyták figyelmen kívül, amint az a legfrissebb publikációkban is tapasztalható [16]. Ez a sokféle megközelítési mód arra vezethető vissza, hogy a forgácsleválasztás folyamata meglehetősen bonyolult, a technológiai paraméterektől függően a szerszám igénybevétele igen különböző lehet. Ez a körülmény és a következőkben összefoglalt vizsgálati eredmények vezettek annak felismeréséhez, hogy az L forgácsolási utat, amelyet a kutatók egészen máig vagy az abrázió, vagy a termikus aktiváció negligálásával kezelik, a (2) egyenlet mindkét tagjánál figyelembe kell venni.

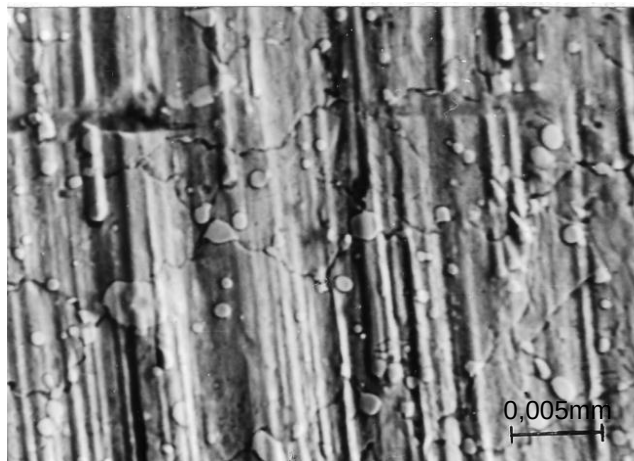
Az irodalom számos más, itt szóba jöhető folyamat aktiválási energiáját is közölte már, amely lehetővé teszi, hogy ennek ismeretében vissza lehessen következtetni az anyag viselkedésére, a degradáció természetére, amely fontos információ a technológusnak és az anyagfejlesztőnek egyaránt. Jelen dolgozat egy olyan módszert mutat be, amellyel a mindig jelen lévő adhéziós, abráziós folyamatok mellett a forgácsolószerszám kopását jellemző aktiválási energia a technológiai adatok felhasználásával viszonylag egyszerűen meghatározható.

2. A hátkopás fizikai természetéről

A forgácsolószerszám hátkopása legtöbbször összetett, több folyamat következménye [6]. Egy tipikus abrazív kopás látható az 1. ábrán, a 2. ábra pedig nagyobb nagyításban azt mutatja,

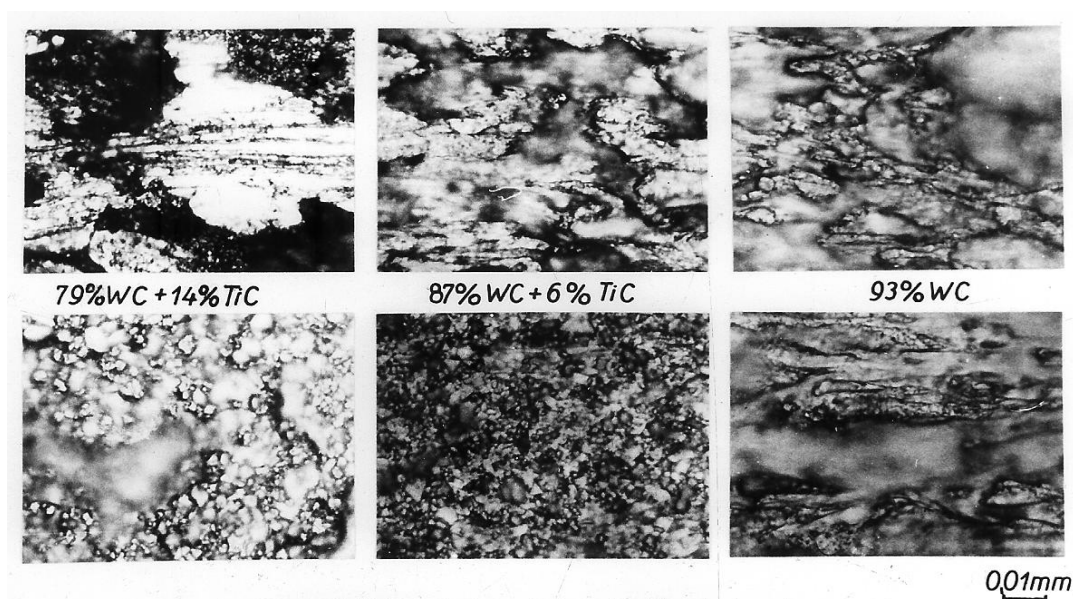


1. ábra. Tipikus abrazív hátkopási kép



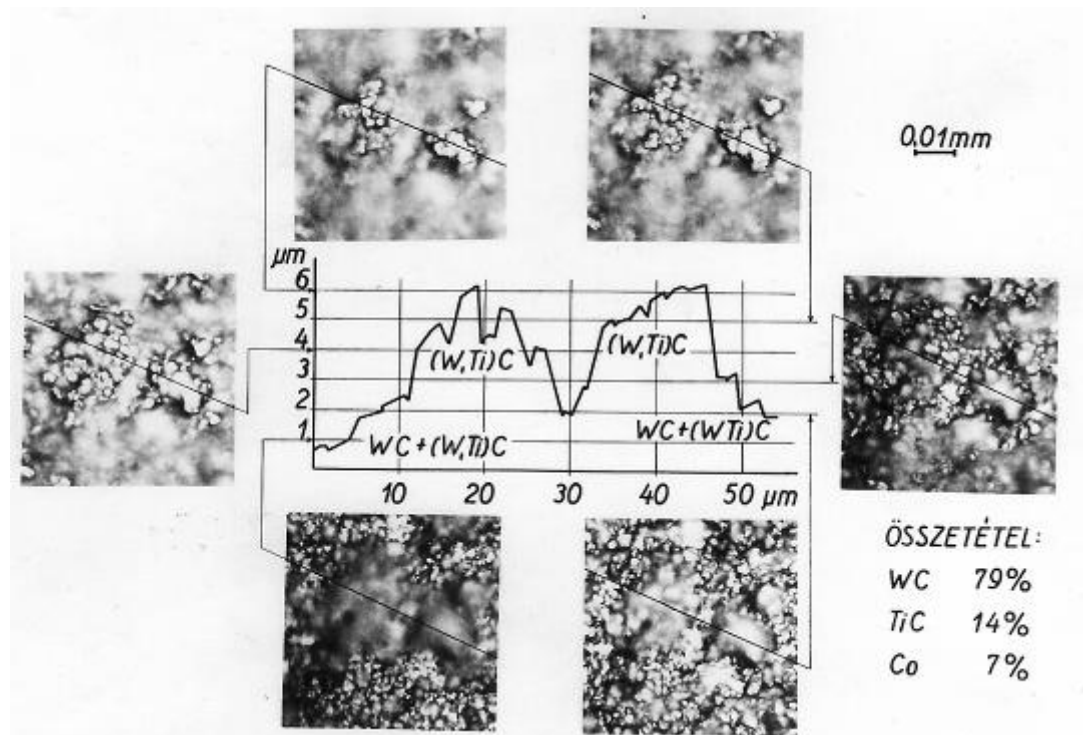
2. ábra. Gyorsacél forgácsolószerszám kopott felülete

hogy az alapszövetnek és a benne elhelyezkedő kemény szemcséknek, itt karbidoknak egyaránt fontos szerepe van. Még inkább nyilvánvalóvá válik ez a 3. ábra jobb oldali képein, ahol látszik, hogy egy-egy stabilabb, a forgácsolás hőmérsékletén nehezebben oldódó karbid szemcse ellenáll a koptatásnak, védi a mögötte lévő anyagot, míg beágyazottsága annyira meggyengül, hogy elsodródik. A 3. ábra nagyobb hőszilárdságú keménymetallumokat is mutat, amelyek az adott hőmérsékleten nem oldódó karbidokat tartalmaznak, ezeknél a kötőanyag kidiffundálása következtében kopnak ki a szemcsék. Ilyenkor a felület kigödrösödik, a felületi degradáció főleg a kemény szemcsék kötésének meglazulásának következményei. A lágyabb kötőanyag aztán gyorsan a szemcse után kopik.

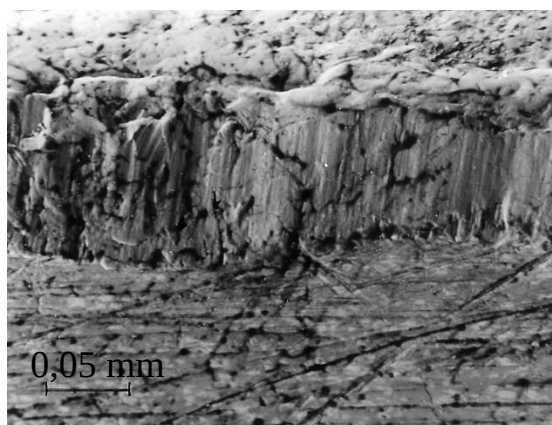


3. ábra. Különböző összetételű keménymetallum szerszám kopott felülete. Felül eredeti, alul maratott (HF:HNO₃=1.1) állapot.

Gyakori, hogy a munkadarab anyagából anyag rakódik a szerszám felületére, amint a 3. ábra felső jobb és középső képe mutatja. Ezt kellett lemaratni ahhoz, hogy alóla a tényleges, degradálódott szerszámfelület előtűnjön, és amelynek morfológiája a 4. ábrán látható. A felületről kis mélységélességű fénymikroszkópi felvételeket készítettünk (az objektív nagyítása $N = 40\times$ volt), $1\text{--}1\text{ }\mu\text{m}$ -rel állítva az élesen látszó szint magasságát, így a térképeken látható szintvonalakhoz hasonló rajzolatot kaptunk. Látható, hogy a szögletes alakú WC szemcsék gyorsabban koptak, csak a mélyebb részeken ismerhetők fel, a $(\text{W,Ti})\text{C}$ vegyeskarbid szemcsék állnak ki a felület kiemelkedő részein.



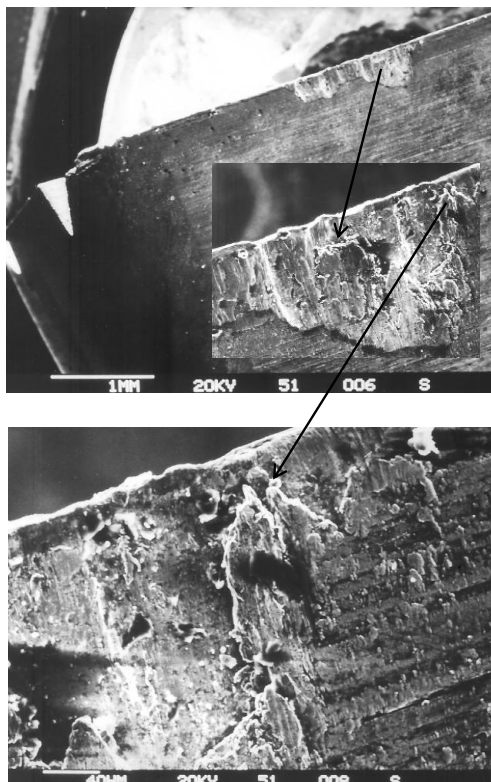
4. ábra. Kopott keményfém (P20) maratott képei különböző szinteken élesre állított objektívvel készítve



5. ábra. Gyorsacél kopott hátfelülete fém feltapadással

A munkadarab anyagából a gyorsacélon (5. ábra) és a korszerű, kemény bevonatos szerszámon is (6. ábra) feltapadhat egy fémes réteg, ahol ez a bevonat már lekopott. A szakirodalom legfrissebb közleményei is ezt a megállapításunkat erősítik meg [17]. Az ilyen feltapadás a diffúziós folyamatokban is aktív szerepet játszhat, ám védőréteggént is befolyásolhatja a kopás intenzitását. Ezek a feltapadt anyagrészek nem stabilak, lekopnak, és azokat a kemény szemcséket, amelyek kötése a szerszám felületi rétegében a termikusan aktivált folyamatok hatására meggyengültek, elsodorják. Ez tehát a diffúzió mellett

hagyományos kopási folyamat is. Más ötvözetnél, fémeknél is megfigyelhető ez a jelenség, pl. Hu és Chou [18] Al-ötvözetén mutatta ki a fémes felrakódást.



6. ábra. Fe felpadadás TiN bevonatú gyorsacél szerszám kopott szakaszán

hőmérsékletén, a nagy nyomáson képlékennyé válnak. A munkadarab anyagában lévő zárványok viszont gyakran ridegek, és ezek egyrészt megakadályozhatják a nemfémes védőréteg kialakulását, másrészt abrazív hatásukkal növelhetik a kopás sebességét.

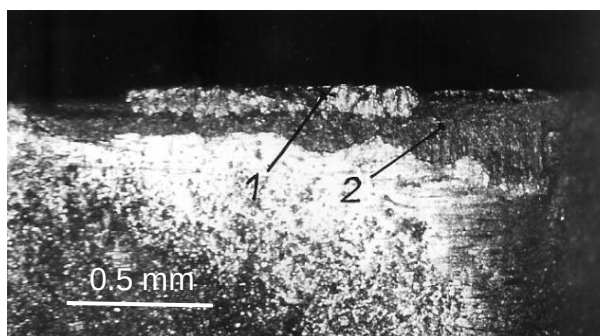
A vizsgálati eredményeket összegezve megállapítható, hogy a szerszám hátlapján a felületi réteg degradációja komplex jelenség, amelyben mindig szerepet játszik az a súrlódás, amely a munkadarab és a szerszám között fellép. Ez pedig azzal a fontos következménnyel jár, hogy az $L=vt$ forgácsolási utat nem csak az abrazív, adhéziós kopásnál, hanem akkor is figyelembe kell venni, amikor a nagy forgácsolási hőmérséklet miatt a szerszám felületi rétegének roncsolódása főleg az ott végbemenő diffúzió vagy oxidáció miatt következik be.

3. A hátkopás geometriai összefüggései.

Ortogonalis forgácsolásnál két dimenzióban vizsgálható a kopás. A 8a ábra szerint a ténylegesen lekopott V térfogatú anyag tömege $m=\rho V$, és $V=(F_1+F_2)b$ (ahol ρ a sűrűség, b a leválasztott réteg szélessége). Az F_2 a munkadarab átmérőjétől és a szerszám élének elhelyezési szögétől függ, bár általában figyelmen kívül szokták hagyni. Mi is ezt tesszük, azzal a megszorítással, hogy az F_2 arányát F_1 -hoz viszonyítva a forgácsolási vizsgálatainknál max 3%-ra korlátoztuk. A kopás geometriai viszonyait ezzel az egyszerűsítéssel a 8b ábra szemlélteti. Az x irányú kopás és a szerszámon mérhető W hátkopás kapcsolata

$$W = (ctg\alpha - tg\gamma)x, \quad (3)$$

Ismeretes, hogy a forgácsolószerszámok éltartama látszólag azonos technológiai feltételek mellett is széles határok között szóródhat. Számos kutató kimutatta, pl. *Wicher* [19], *Pietikainen* [20], *Pálmai és Temesszentandrás* [21,22], hogy acélok esetében a metallurgiai dezoxidációs eljárás a keményfém éltartamának esetenként akár több 100%-os eltérését is okozhatja. Ez egy nemfémes felrakódásnak köszönhető, amely a szerszám homloklapján és hátlapján ilyenkor kialakul, és a kopástól védi a szerszámot (7. ábra). A nemfémes réteg különbözik az élsisaktól, amely a munkadarab fémanyagából a szerszám élén épül fel, és periodikus leszakadozásával roncsolja a szerszámot, csökkenti az éltartamot [23]. Ezzel szemben a nemfémes felrakódás az acélban lévő olyan dezoxidációs termékekből keletkezik, amelyek a forgácsképződés extrém



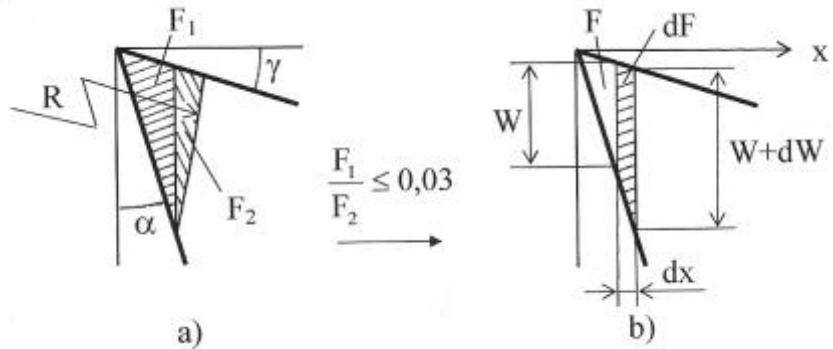
7. ábra. Kétféle anyagfelrakódás a hátlapon
1: fémes élsisak, 2: nemfémes felrakódás

a dt idő alatt lekopott dV térfogat pedig

$$dV = b(ctg\alpha - tg\gamma) x dx = \frac{b}{ctg\alpha - tg\gamma} W dW, \quad (4)$$

vagyis a térfogatos kopási sebesség

$$\frac{dV}{dt} = \frac{b}{ctg\alpha - tg\gamma} W \frac{dW}{dt} \quad (5)$$



8. ábra. A hátkopás geometriája

4. A hátkopás új modellje

Az előzőek szerint a hátkopás sebességét a végigforgácsolt út és a kialakult hőmérséklet függvényében együtt kell vizsgálni, azaz

$$\frac{dm}{dL} = \frac{\rho}{v} \frac{dV}{dt} = C_1 + C_2 \exp - \frac{Q}{R\theta}, \quad (6)$$

ahol az egyenlet jobb oldala a kopás fizikai folyamatait írja le, mégpedig a szerszám felületén ill. felületi rétegében végbemenő adhéziós/abráziós illetve a termikusan aktivált folyamatok, azaz a diffúzió ill. oxidáció összegezésével. Az (5) egyenlet felhasználásával ez a

$$\frac{dW}{dt} = \frac{v}{W} \left[A_a + A_{th} \exp - \frac{Q}{R\theta} \right] \quad (7)$$

alakot ölti, ahol az A_a , A_{th} és Q konstans. Ezzel az új modell még nincs kész, mert egyrészt a θ hőmérséklet helyére célszerű a technikailag jobban kezelhető technológiai paramétereket bevezetni, másrészt a kopás növekedésével a forgács képződésének körülményei, főleg a hőmérséklet is megváltozik. Mi itt Lowack [24] eredményei alapján a keményfém szerszámokkal végzett ortogonális forgácsolás esetére a

$$\theta = 55,6v^{0,27} f^{0,16} a^{0,055} \bar{\gamma}^{0,25} HV^{0,13} \text{ (K)} \quad (8)$$

empirikus képletet alkalmazzuk, ahol f az előtolás, a fogásmélység, HV a munkadarab keménysége, $\bar{\gamma} = 90^\circ - \gamma$ pedig a szerszám homlokszögének korrigált értéke. A technológiai paraméterek általában állandóknak tekinthetők, akkor a (8) képlet az egyszerűbb

$$\theta = C_v v^{0,27} \quad (9)$$

alakot ölti.

A kopás növekedése közben növekszik a forgácsolási hőmérséklet is, amelyet figyelembe kell venni. Ehhez is a forgácsoláselmélet nyújt segítséget, amelynek fejlődése során rengeteg elméleti és mérési eredmény látott napvilágot. Tapasztalat szerint a kopás visszahatását a forgácsolási hőmérsékletre a

$$\theta \cong C_v v^x + C_w W = C_v (v^x + KW) \quad (10)$$

képlettel írhatjuk le, ahol $K = C_w / C_v$. Ennek felhasználásával jutunk a szerszámkopás komplex egyenletéhez, amely

$$\frac{dW}{dt} = \frac{v}{W} \left[A_a + A_{th} \exp - \frac{Q}{R(\theta_0 + C_w W)} \right] \quad (11)$$

és itt θ_0 a $W=0$ új élen kialakuló hőmérséklet, amely a (8) vagy (9) felhasználásával számítható. Behelyettesítés után a hátkopást leíró differenciálegyenlet

$$\frac{dW}{dt} = \frac{v}{W} \left[A_a + A_{th} \exp - \frac{B}{v^x + KW} \right], \quad (12)$$

ahol

$$B = \frac{Q}{RC_v}. \quad (13)$$

Itt $R=8,29$ J/mol.K az általános gázállandó, C_v a (9) empirikus hőmérséklet-függvény konstansa, Q pedig a szerszám hátfelületén a termikusan aktivált kopási folyamat aktiválási energiája. Fontos, hogy a (12) egyenletben a v forgácsolósebességre semmilyen megszorítást nem tettünk, tehát lehet konstans, szakaszosan vagy folyamatosan változó is.

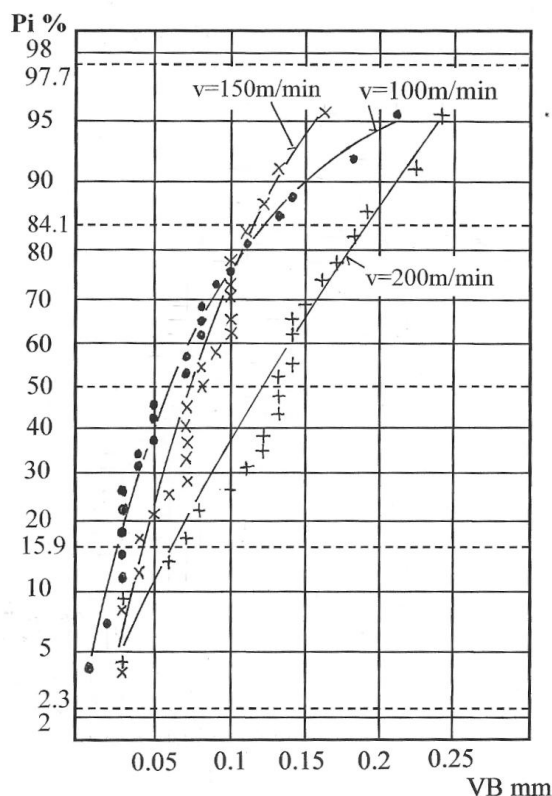
A (12) egy nemlineáris autonóm differenciálegyenlet, amelynek megoldása numerikus módszerekkel egyszerű. A kezdeti feltételre nincs megszorítás. Új szerszám esetén az éllekerekedés sugarát lehet választani, használt szerszám esetében pedig az eddigi használat során kialakult kopás értéke a kezdeti feltétel. Ez azt is jelenti, hogy a (12) egyenlet különböző forgácsolási műveleteknél egymás után is felhasználható, ha figyelemmel vagyunk arra az egyszerűsítő feltételezésre, amelyet a 8. ábrán az F_1 és F_2 szegmens viszonyára tettünk. Az új, komplex kopásegyenlet fontos tulajdonsága ez, amely lehetővé teszi, hogy külön kísérletek nélkül, akár az üzemi gyártás közben végzett kopásmérések adatait használjuk fel.

A konstansokat célszerű két csoportban kezelni, mert a (10) empirikus képlet x és K konstansa tekintetében, amint az előbbieken arra már utaltunk, a forgácsoláselmélet sok vizsgálati eredménnyel rendelkezik. Így a (12) új kopási modellnél voltaképpen három konstans, az A_a , A_{th} és B meghatározására kell célravezető számítási stratégiát kialakítani, amelyre különböző módszer kínálkozhat. Az általunk alkalmazott eljárást egy kísérletsorozat kiértékelése kapcsán mutatjuk be.

5. Az új kopásmodell validációja

Korábban olyan acélfajták kifejlesztését tűztük célul, amelyek forgácsolása közben a szerszámon a már előzőekben említett nemfém felrakódás képződik, és így a megmunkálhatóság javul [22]. Ehhez hosszú idejű éltartam-vizsgálatokkal báziskísérleteket végeztünk, amelyhez viszonylag nagy tömegű, azonos minőségű acélra volt szükség, hogy a forgácsolás körülményei végig azonosak legyenek. Most ezeknek a forgácsolási vizsgálatoknak az eredményeit használjuk fel. Mint már korábban utaltunk rá, azonos minőségű acélok forgácsolhatósága is széles határok között szóródhat, első lépésként tehát megvizsgáltuk, hogy a Vasipari Kutató Intézetben (VASKUT) és az Ózdi Kohászati Üzemekben gyártott acéladagokra ez mennyire jellemző. 80 mm átmérőjű kovácsolt, ill. 80x80 mm keresztmetszetű, hengerelt állapotú buga mintákat vettünk ki a gyártásból, és ezeket hengeresre esztergálva 5-5 perces teszt forgácsolásokat végeztünk $v=100$, 150 és 200 m/min sebességgel, minden alkalommal új szerszámmal. A szerszám P20 jelű bevonat nélküli keményfém volt ($\alpha = 8^\circ$, $\gamma = -6^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\kappa = 60^\circ$, $\epsilon_r = 90^\circ$, $r_\epsilon = 0,8\text{mm}$), és $f = 0,3$ mm/ford előtolást, $a = 2$ mm fogásmélységet alkalmaztunk.

Összesen 31 mintát vettünk. Amint várható volt, egyes esetekben nemfém réteg rakódott a hátlapra, ezeken nem lehetett a hátkopást megmérni. Természetesen kopás ott is volt, hiszen a nemfém réteg a forgácsolás közben folyamatosan képződik és kopik, miközben, lassan bár, de a szerszám hátfelülete is roncsolódik. Ezeket az eseteket kizártuk a további vizsgálatból. $v=100$ m/min sebességnél 6 ilyen minta volt, $v=150$ m/min-nél 8, 200 m/min-nél 9.



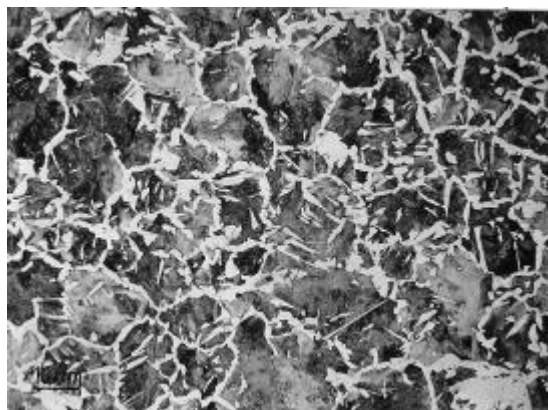
9. ábra. Hátkopás méretek szórása különböző üzemi C45 acél adagokból vett mintákon ($t=5\text{min}$)

választottuk, mégpedig úgy, hogy a kísérletekhez szánt üzemi acél adagot Al-mal túldeoxidáltuk. Ennek következtében csak rideg oxidzárványok keletkeznek, amelyek garantáltan nem képeznek nemfém felrakódást a szerszámon.

A kísérleti C45 minőségű acél kémiai összetétele C 0,45%, Mn 0,78%, Si 0,26% P 0,025%, S 0,026%, Al 0,13% volt. Itt az Al-tartalom kereken egy nagyságrenddel nagyobb a szokásosnál, ezzel értük el, hogy biztosan rideg zárványok keletkezzenek. Ilyen zárvány tipikus képét mutatja a 10. ábra.



10. ábra. Al-mal túldeoxidált acél tipikus rideg Al_2O_3 zárványa (VKI)

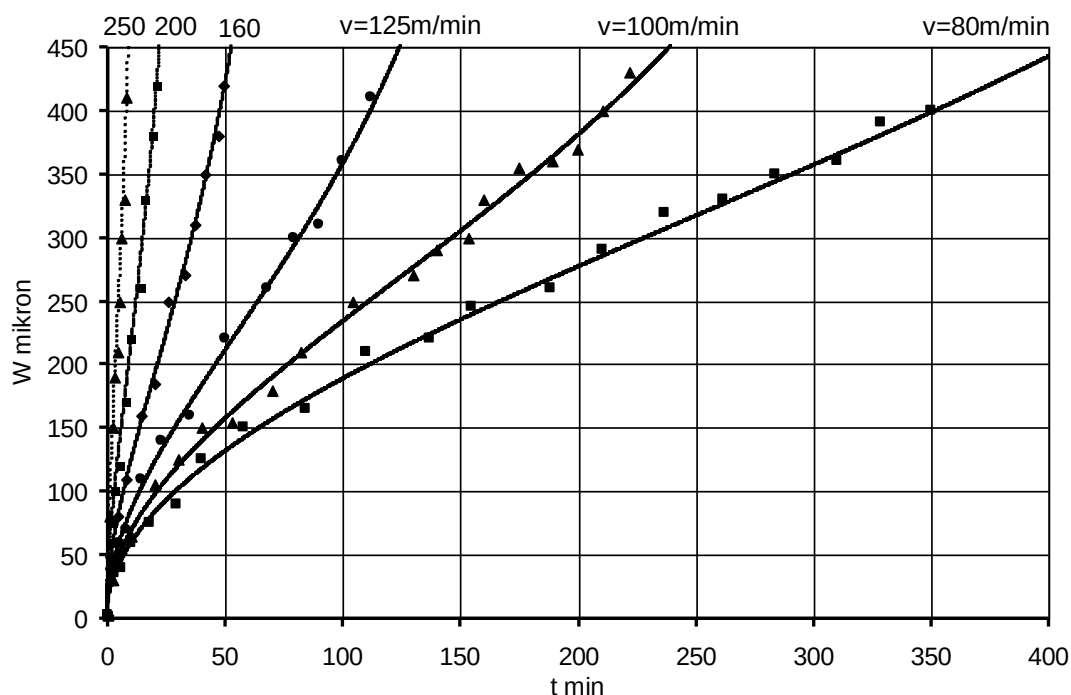


11. ábra. A forgácsolási kísérletek anyagának szövetképe

A hosszú időtartamú forgácsolási vizsgálatokat is P20 minőségű, bevonat nélküli keménycémmel végeztük. A kiinduló munkadarabok tömbbugából 280 mm átmérőre esztergált, 1700 mm hosszúságú hengeres tömbök voltak. A keménység $\text{HV}_{20} 196 \pm 16$ volt,

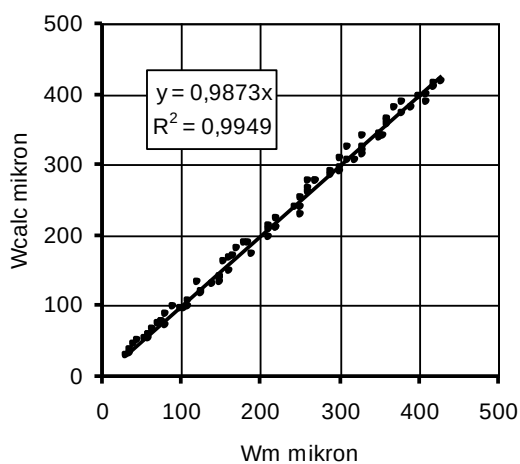
Ilyen módon a három sebességnél rendre 25, 23, ill. 22 mérési eredményt kaptunk, amelyeket a 9. ábra olyan Gauss-papíron összesít, amelyen az adatok szórás képét is szemléltetni lehet. Látható, hogy többé-kevésbé normálosztás csak a 200 m/min sebességnél mutatkozott, a 150 m/min sebességnél már jelentős az eltérés, a legkisebb sebességeknél pedig nyilvánvalóan más eloszlással van dolgunk, amelyet a metallurgiai folyamat változékonyságára vezettünk vissza. Arra a következtetésre kellett tehát jutni, hogy a gyártásból véletlenszerűen kivett anyag esztergálásánál olyan ismeretlen tényezőkre is számíthatunk, amelyek egy gyártási adagon belül is lényeges különbséget okozhatnak. Ezt két módon lehetett áthidalni. Vagy párhuzamosan több vizsgálatot végzünk, hogy az átlagokban a zavaró hatások kiegyenlítődjenek, vagy olyan anyagot állítunk elő, amely a lehetőségek szerint homogén, és nem idéz elő nemfém, kopásgátló felrakódást. Ezt az utóbbit

a vizsgált acél szövetszerkezetét a 11. ábra mutatja. Ezzel a kopásmérések eredményeinek szórását leszűkítettük.



12. ábra. A számított kopásgörbék illeszkedése a mérési eredményekhez

Az eltérés az elő-kísérletektől $f=0,25$ mm/ford, $a=2,5$ mm és $\gamma = +6^\circ$ választása volt. Kezdeti feltételül a kereskedelmi keménységű lapka éllekeredési sugarát választottuk, amely $W_0 \approx 30 \mu\text{m}$. A szerszám hátkopásának mérési eredményeit a 12. ábra mutatja. Ezekre az eredményekre kellett az új kopásegységgel meghatározható görbék optimálisan illeszteni, amelyhez a (12) differenciaegyenletre alakítása szükséges.



13. ábra. A mért és a (12) differenciaegyenlettel számított kopás

A kísérletekhez választott technológiai paraméterekből a (8) képlettel számolva $C_v=281,6$ K, és több szakirodalmi adat [25-27] összevetése alapján $C_w \cong 0,6K/\mu\text{m}$. Ezekkel $K=0,002$, továbbá $x=0,27$. Ezek birtokában az A_a , A_{th} és B konstansok olyan regressziós analízissel határozhatók meg, amelyben a Pearson-féle R^2 mutatószám maximális értékéhez tartozó konstansokat keressük. A számítások Excell, Matlab vagy Matcad segítségével viszonylag egyszerűen elvégezhetők. A részletek mellőzésével az eredmény $A_a=2$, $B=65$, $\ln A_{th}=16,8113$. Ennél a megoldásnál a Pearson-szám $R^2=0,9949$. A számítási és mérési eredmények jó egyezését szemlélteti a 12. és 13. ábra.

A kopás látszólagos aktiválási energiája a (12) képlet felhasználásával

$$Q = BRC_v = 65 \times 281,5 \times 8,29 = 151,7 \text{ kJ/mol},$$

amely az 1. fejezetben az aktiválási energiára felsorolt néhány adattal értelmezhető. Az látható, hogy a szerszám degradálódása a forgácsolás közben olyan komplex folyamat, amely több reakció eredője, ezek között a C45/P20 munkadarab/szerszámanyag párosításnál a kopás intenzitását meghatározó folyamat a Co diffundálása a szinterelt karbid struktúrából az acélba. Ennek következtében gyengül meg a jelentős arányban előforduló (W,Ti)C vegyeskarbid szemcsék kötése, amelyeket így a munkadarab anyaga magával tudja sodorni, lekoptatja.

6. Összefoglalás

A szakirodalom tanulmányozása és a kopási folyamatok optikai, elektronoptikai, valamint morfológiai vizsgálatai alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy lehetséges egyetlen matematikai modellben leírni az abrazív, adhézios és termikusan aktivált diffúziós, oxidációs folyamatokat. Ez a modell egy nemlineáris autonóm differenciálegyenlet, amely az összes részfolyamatnál figyelembe veszi a forgácsolási út hosszát, valamint a szerszám hátlapján a hőmérséklet és kopás kölcsönhatását. A forgácsolási vizsgálatoknál a hátkopás mérési eredményeire jól illeszkednek a kopás-egyenlettel kiszámított kopásgörbék. Ezek birtokában kiszámítható a kopási folyamat jellegét meghatározó folyamat aktiválási energiája.

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

Irodalom

- [1] Schallbroch, H. -- Bethmann, H.: Kurzprüfverfahren der Zerspanbarkeit. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. 1950.
- [2] Takeyama, H. -- Murata, R.: Basic Investigation of Tool Wear. Trans. of the ASME, Journ. of Engineering for Industry Febr. 1963. 33-38.
- [3] Dawihl, W. -- Rix, W.: Zeitschrift für Metallkunde 34 (1942). 159-159.
- [4] Altenwerh, F.: Abrieb und Phasengrenzflächenreaktion bei der Zerspanung an den Kontaktzonen und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung und dem Gefügeaufbau der Hartmetalllegierungen. Dr.-Ing. Dissertation T.H. Aachen 1959.
- [5] Schaller, E.: Einfluss der Diffusion auf den Verschleiss von Hartmetallwerkzeugen bei der Zerspanung von Stahl. Industrie Anzeiger 87 (1965) No.9. 29. Jan.
- [6] Pálmai Z. -- Tardy P. -- Verő B.: Adalék a keményfém forgácsolószerszámok kráteres kopásának elméletéhez. GÉP 1972. No. 4. 143-150.
- [7] Opitz, H. -- Schaller, E.: Untersuchung der Ursachen des Werkzeugverschleisses. 1966. T.H. Aachen, Nr. 1572.
- [8] Cook, M. H. -- Nayak, P. N.: The Thermal Mechanics of Tool Wear. Trans. ASME, Journal of Engineering for Industry 88. (1966) Febr. 93-100.
- [9] Cook, N.H.: Tool Wear and Tool Life. Trans. of the ASME, Journ. of Engineering for Industry Nov. 1973. 931-938.
- [10] Luo, X. -- Cheng, K. -- Holt, R. -- Liu, X.: Modeling flank wear of carbide tool insert in metal cutting. Wear, 259 (2005) 1235-1240.
- [11] Shaw, M. C. -- Dirke, S. O.: On the wear of cutting tools. Microtecnic 10 (4) (1956) 187.
- [12] Trigger, K. J. -- Chao, B. T.: The mechanism of crater wear of cemented carbide tools, Trans ASME 78 (5) (1956) 1119.
- [13] Pálmai Z.: Új kopásfüggvény a forgácsolhatóság és fogácsoló képesség vizsgálatához. BKL Kohászat 104. (1971) No. 12. 552-555.

- [14] *Pálmai, Z.*: A new, physically defined function to describe the wear of cutting tools. *Wear*, 27 (1974) 251-258.
- [15] *Usui, E. -- Shirakashi, T.*: Analytical prediction of cutting tool wear, *Wear* 1000 (1984) 129.
- [16] *Attanasio, A. -- Ceretti, E. -- Rizzuti, S. -- Umbrello, D. -- Micari, F.*: 3D finite element analysis of tool wear in machining. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 57. (2008) 61-64.
- [17] *Carrilero, M. S. -- Bienvenido, R. -- Sanchez, J. M. -- Álvarez, M. -- González, G. -- Marcos, M.*: A SEM and EDS insight into the BUL and BUE differences in the turning processes of AA2024 Al-Cu alloy. *Intern. Journ. of Machine Tols & Manufacture* 42 (2002) 215-220.
- [18] *Jianwen, Hu, -- Chou, Y. K.*: Characterization of cutting tool flank wear-land contact. *Wear* 263 (2007) 1454-1458.
- [19] *Wicher, A.*: Beitrag zur Erklerung der Bildung oxidischer Beläge auf Hartmetallwerkzeugen während der Zerspanung. Dissertation, Montanistische Hochschule Leoben 1965.
- [20] *Pietikainen, J.*: The Effect of the Practical Machinig Parameters on the Formation of a Tool Wear Inhibiting Layer. *Acta Politechnica Scandinvica. Mech. Eng Ser. No. 55.*, Helsinki, 1975.
- [21] *Pálmai, Z.*: The effect of deoxidation of steel on machinability *Wear*, 38 (1976) 1-16.
- [22] *Pálmai Z. -- Temesszentandrás G.*: Célszerűen dezoxidált jól forgácsolható (JF) acélok. *BKL Kohászat*, 113. (1980) No. 6. 237-246.
- [23] *Mamalis, A. G. -- Kundrák, J. -- Horváth, M.*: On a novel tool life relation for precision cutting tools, *Trans. of the ASME – Journ. of Manufacturing Science and Engineering* 127 (2), 328-332. May 2005.
- [24] *Lowack, H.*: Temperaturen an Hartmetalldrehwerkzeugen bei der Stahlzerspanung. Dissertation, Aachen 1967.
- [25] *Arrazola, P. J. -- Arriola, I. -- Davies, M. A.*: Analysis of the influence of tool type, coatings, and machinability on the thermal fields in ortogonal machinig of AISI 4141 steels. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 58 (2009) 85-88.
- [26] *Kodácsy J.*: Nem publikált mérések. *Kecskeméti Főiskola*, 2010.
- [27] *Kundrák, J. -- Mamalis, A. G. -- Gyáni, K. -- Bana, V.*: Surface layer microhardness changes with high-speed turning of hardened steels, *Intern. Journ. of Advanced Manufacturing Technology*, 2011. 53, No. 1-4. 105-112.