

# Korszerű fémipari felületkezelési és hulladék-gazdálkodási módszerek fejlesztése – szakmai továbbképzés az észak-magyarországi régióban

*A fém- és anyagelőállításához kapcsolódó kémiai metallurgiai ismeretanyag és a Fémkohászattani Tanszéken évtizedek alatt felhalmozódott szakmai és kutatási tapasztalat előnyösen kihasználható a termékek kikészítésében esetenként meghatározó jelentőségű legkorszerűbb felülettechnikai eljárások egyes elemeinek kutatásában és különösen eme interdiszciplináris szakterület felsőfokú oktatásában, mind a mérnökhallgatók, mind pedig a PhD képzésben résztvevők számára. A tanszéki felülettechnikai csoport emellett arra is törekszik, hogy az észak-magyarországi régióban is egyik egyre meghatározóbb szereplője/csomópontja lehessen a felülettechnikai oktatásnak, kutatásnak és továbbképzésnek a jövőben.*

## 1. Bevezetés

A kémiai metallurgia – szélesebb értelmezés szerint – felöleli a fémek kinyerését és részleges feldolgozását (raffinálás, ötvözés, öntés, alakítás) eredményező gyártástechnológiai műveletekhez kapcsolódó kémiai és kémiai technológiai ismeretek széles tárházát. A kémiai metallurgia művelettani, ill. eljárástechnikai felosztása szerinti tűzi eljárások egyik legdinamikusabban fejlődő iránya a vákuummetallurgia; a hagyományos hidrometallurgiai eljárásokból pedig olyan különleges, nedves közegű finomkohászati műveletek és eljárások (például az ultra-nagy tisztaságú és mikroelektronikai célú anyagok szintézise) fejlődtek ki az utóbbi évtizedekben, amelyek

**Török Tamás (54) okl. kohómérnök, tanszékvezető egyetemi docens, az OMBKE-nek 1974-től tagja. Az ASM International magyarországi tagozatának két évig volt elnöke. A Miskolci Egyetemen kezdetben a fizikai kémiai, majd 1991-től a fémkohászattani tanszéken dolgozott; volt ösztöndíjas kutató Japánban (Kyoto University), s széleskörű szakmai kapcsolatok kiépítésére törekszik úgy külföldön, mint belföldön. 2001-ben kémiai metallurgiai és felülettechnikai tárgyú témában habilitált.**

termékeit ma már egyáltalán nem nélkülözhetik a stratégiai fontosságú iparágaknak számító repulés-technikai, energiaszolgáltató és elektronikai-informatikai területeken. Emellett az anyagokat, fémeket és ötvözeteket olvadék állapotban feldolgozó ipari módszerek is ugrásszerűen fejlődtek az utóbbi évtizedekben. Mindezekkel a kémiai metallurgiai módszerekkel rokon felülettechnikai eljárások pedig talán még az előbbieknél is dinamikusabban fejlődésen estek át a XX. század második felében.

## 1. TÁBLÁZAT.

Tananyag fejezet	Címe	Szerzője (szerzői), ill. felelős szerk.	Terv. óraszámok
I.	Fémek kémiája, fémtana, a felületkezelések célja	Dr. Török Tamás (főszerk.)	30
II.	Felületkezelések vizes oldatokban: Felületelőkezelés Galvanizálás (Zn, Cu, Ni, Cr, Au, Ag, stb.)  Alumínium anódos oxidálással Hulladékoldatok, iszapok, környezetvédelem	Dr. Nemes Katalin (szerk., GTE) Hlavács Vincéné Lambertus Zsoltné, dr. Dr. Dömölki Ferenc Dr. Vértés György	100
III.	Tűzihorganyzás	Antal Árpád	30
IV.	Vas- és fémipari hulladékhasznosítás: Hulladékgazdálkodási alapismeretek Színesfémtartalmú hulladékok feldolgozása Vas- és acélkohászati hulladékok Öntészeti hulladékok	Dr. Lengyel Attila Dr. Mihálik Árpád Hajnal János Dr. Tóth L. Attila Dr. Dúl Jenő (szerk., OMBKE)	70
V.	Szerves bevonatok; munka-, egészség- és tűzvédelem	Rostás Zoltán Devescovi Mária	10
VI.	Minőségbiztosítás szerves bevonatolás során	Rostás Zoltán Fortuna László	10
VII.	Szakmai gyakorlat, konzultációk, tanulmányút, számonkérés	Dr. Török Tamás Fecske Zoltán	50

## 2. A felülettechnikai képzés kialakulása

A felülettechnikai eljárások közül a fizikai fémgőzölés és a vegyületképzéssel kapcsolt (kémiai-fizikai) kondenzációs bevonatoló módszerek (pl. az ún. PVD, CVD és ezek számos változata) leginkább a vákuummetallurgiai eljárásokkal, a galvantechnikai rétegképző és felületmódosító módszerekkel a nedves kémiai metallurgiai eljárásokkal, míg a termikus szűrő és a tűzi mártó módszerek pedig a nagy hőmérsékletű olvadékezelő metallurgiai eljárásokkal állnak szoros rokonságban.

A Miskolci Egyetem fémkohászattani tanszékén – idestova már csaknem másfél évszázada – hagyományosan az extraktív metallurgiai kutatások és oktatás áll a szakmai működési területeink centrumában, ugyanakkor az előbbieken körvonalazott okok miatt és különösen a felgyorsult és erőteljesen diverzifikálódott technikai fejlődés, a gazdasági és a tudományos élet változásai szinte ki-

kényszerítették, hogy a tanszéki csoportunkban is foglalkozunk a felülettechnikai anyag- és termékkidolgozás interdiszciplináris szakterületeinek a hagyományos oktatási-kutatási profilunkhoz legközelebb álló szegmenseivel.

A közelmúlt éveiben, az újonnan kialakított felülettechnikai laboratóriumban diplomatervezős és doktorjelölt hallgatók bevonásával fejlesztettük a módosított (például kromátozott, vagy anódosan oxidált) felületi rétegek elektrokémiai (korróziós) viselkedésének elemzésére és a felületi rétegek minősítésére is alkalmas potenciodinamikus vizsgálati módszereinket, továbbá kutatjuk azokat a lehetőségeket, amelyekkel különböző összetételű alumíniumalapú szubsztrátok felületére, közbülső cinkátos film leválasztása nélkül is, lehetne kémiai redukciós úton kialakítani jól tapadó, kemény és kopásálló nikkel-foszfor ötvözetrétegeket [1]. A vizes közegű bevonatoló és felületmódosító eljárások mellett számos más és viszonylag új területen is nyújthatnak előnyösen kiaknázható lehetőségeket, mivel viszonylagos olcsóságuk mellett egészen speciális bevonatolási célokra (ilyenek például a mikroelektronikai ipari alkalmazások) és összetett bevonatok és bevonatrendszerek kialakítására is képesek [2]. Ennek egyik példája lehet a tanszéken kidolgozás alatt lévő nikkelbázisú nikkel(foszfor)-alumínium kompozit bevonat, amelynek a leválasztása olyan kémiai nikkelező fűrdőből történik, amely mikrométeres szemcsézetű alumíniumport is tartalmaz szuszpendátatva.

### **3. A fémek hulladékok hasznosítása témakör oktatása**

A fémek és ötvözeitei felhasználási területei rendkívül szerteágazók, mégis ezeknek az anyagoknak nemcsak a gyártásközi hulladékaikat, hanem a használatból kikerült maradványait is (a felszámolt gyártelepek acélszerkezeti elemeitől kezdve az alumínium italdobozokon keresztül a nemesfém tartalmú fotótechnikai hulladékokig) régtől igyekeznek minél teljesebb mértékben összegyűjteni és ismételten felhasználni. Sok esetben ez a tevékenység lényegében ugyanazon felhasználási célra történő (újra)felhasználást jelent, s nagyjából a fémet pri-

méren hordozó ércet előkészítés-technikai, majd kohászati (piro- és hidrometallurgiai) módszereinek kisebb-nagyobb módosításokkal történő célszerű adaptálását és (újra)alkalmazását jelenti. Ebből adódóan az ércfeldolgozásra épülő kémiai metallurgiai eljárások oktatása is szervesen összekapcsolódik a fémek és fém-tartalmú hulladékok feldolgozási módszereinek oktatásával és részben kutatásával és fejlesztésével is, szorosan együttműködve az iparág magyarországi és esetenként nemzetközi, elsősorban uniós szereplőivel.

A felülettechnikai gyártási és kikészítési műveletekhez szorosan kapcsolódó fémshulladék-feldolgozási módszerek közül a – nagyhőmérsékletű területeket tekintve – kiemelésre érdemes maga a tűzihorganyzással bevonatoló üzemekben keletkező, nagy cinktartalmú fémshulladékok (fenékhorgany, ill. keménycinkötvözet) és a cinkvegyület-tartalmú maradványok (fedősók, salakok) kérdése. A keménycink a szakaszos üzemű, ún. darabáru horganyozás során az acél darabokból beoldódó vas- és a cinkolvadék reakciója következtében keletkező, a fűrdő hőmérsékleténél magasabb olvadáspontú, és emiatt a vassal telített cinkfűrdőből szilárd kristálykák formájában kiváló vas-cink ötvözetfázisok és a kiszedésük során hozzájuk tapadó és felületükre dermedő cinkfűrdő többi oldott komponensét is tartalmazó, nagyobb, mint 90% cinktartalmú maradvány. Ennek nagy tisztaságú (elektrolitcink minőségű) cinkkatódá történő feldolgozására (azaz újrahasznosítására) fejlesztettünk ki egy ioncserélő membrán diafragma, elektrolitikus raffináló cellát [3].

A tűzihorganyzott acéllemezek (például autóiipari) és az egyéb acélszerkezetek (például építőipari) fokozott mértékű felhasználása, majd elhasználódása következtében az acélgyártásba visszaforgatott acélhulladékokban egyre nagyobb arányban megjelenő horganyzott acélhulladék magából a hulladékból (is) dolgozó elektromos ívkemencés acélgyártásban is okoz gondot. Az igen nagy hőmérsékleten dolgozó ívkemence szállóporában ugyanis szinte teljes egészében megjelenik az elgőzölgött, majd visszaoxidálódott cink (zömében rendkívül finom szemcsés cink-oxid és cink-ferrit tartalmú por formájában), aminek másodlagos vas-cink alapanyagként történő

(újra)hasznosítása már régtől nem megoldott. E tárgykörben is végzünk kutatásokat [4], melyek eredményeinek egyfajta járulékos hasznosulását jelenti azok tananyagainkba történő folyamatos beépítése [5].

A galvániiparban keletkező és esetenként jelentős értékű fémvegyület-tartalmú iszapok kezelése és/vagy feldolgozása is régebbtől foglalkoztatja az iparág szereplőit és a veszélyes hulladékokkal foglalkozó szakhatóságokat itthon és külföldön egyaránt. Ilyesféle, többnyire hidroxidos, de szulfátos és/vagy kloridos vegyületeket és számos más, részben szerves komponenset is tartalmazó és nagy víztartalmú vegyes iszapok feldolgozása hidrometallurgiai módszerekkel látszik a legkedvezőbben megoldhatónak, ugyanakkor a gazdaságosság és a hosszabb távon is nyereséges üzemvitelre törekvés szempontjai semmiképpen sem hagyhatók figyelmen kívül, s ez összességében nagyon kevés életképes megoldás kimunkálására vezetett eddig Magyarországon [6].

### **4. Szakmai továbbképzés az észak-magyarországi régióban**

Felsőfokú tanintézményekben az oktatásnak és a kutatás-fejlesztésnek szoros egységet kell alkotnia. A mérnökképzéshez kapcsolódóan, a szakmai szervezetekben rejlő lehetőségeket is célszerű minél teljesebb körűen kiaknázni. A regionális és az országhatárokon is átívelő, szélesebb, esetenként globális trendekhez is igazodó mindenkorai tudomány- és oktatás-politikai stratégiákat is figyelembe véve, de mégis elsődlegesen azért a regionális oktatási-képzési igényekre hangolódva indítottuk útjára azt a fémipari szakmai felnőttképzési, illetve továbbképzési programunkat, amelynek sok eleme közvetlenül kapcsolódik a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karának tanszékeinek, csupán csak a Miskolcon működés időszakát véve is hosszabb, mint fél évszázados oktatási, kutatási és fejlesztési tevékenységekhez.

A meglévő egyetemi tudásbázis továbbgyarapításának szándékával, vagyis azzal a céllal, hogy az alapozó és elméleti ismereteinket minél több és nagyon értékes gyakorlati tapasztalattal bővítsük és ötvözzük, olyan konzorciumot



szerveztünk, amelybe a fémipari felületkezelési és fémes hulladékhasznosítási szakterületek legkiválóbb ipari szakértőit igyekeztünk az ügynek megnyerni. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) tagjai között a karon oktató kollégák közül is sok ilyen szakembert találtunk, s a másik konzorciumi tagnál, a Gépipari Tudományos Egyesületben (GTE) pedig egyes szakosztályok szakosodtak is arra a területre, amely a továbbképzési programunkhoz (1. táblázat) nagyon jól illeszkedett.

A Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karán a metallurgiai szakterületekhez nagyon szorosan kapcsolódó fémes hulladék-hasznosítási témakörökben járatos kollégák és a fémkohászattani tanszéki felülettechnikai csoportunk összefogva a közvetlenül érintett ipari szakemberek legjobbjával, a kidolgozás alatt lévő továbbképzési program keretében is a legújabb kutatási eredmények és fejlesztések bemutatásának igényével készül ezeken a tananyagfejezeteknek az oktatására. Tesszük mindezt arra is fi-

gyelemmel, hogy e szakterületek gondozásában hosszabb távon is az egyik meghatározó oktatási és kutatási csomópont lehessünk a fémipari tervezésben, termékfejlesztésben, felületkezelésben és gyártásban érdekeltek számára az északmagyarországi régióban.

### Irodalom

- [1] „Kémiai redukciós nikkell és nikkell alapú bevonatok előállítására alumínium-oxidok felületén”. OTKA T43264 sz. kutatási projekt (2003–2006), témaavez.: Dr. Török Tamás. Fémkohászattani Tanszék, Miskolci Egy.
- [2] Török T. I.: Vizes közegű felülettechnológiai eljárások alkalmazása. BKL Kohászat 1999. 132(6-7), 255-258.
- [3] L. Becze, T. I. Török: A novel application of electrorefining in a membrane cell to laim zinc from the bottom dross of hot dip galvanization, Proceedings, Yazawa International Symposium METALLURGICAL AND MATERIALS PROCESSING: PRINCIPLES

AND TECHNOLOGIES, March 2-6, 2003 San Diego, Vol.3 Aqueous and Electrochemical Processing, Editors: F. Kongoli, K. Itagaki, Ch. Yamauchi, H.Y. Sohn, TMS, Warrendale (2003) pp. 387-395.

- [4] N. Zsadányi, T. Kékesi, T. Ferenczi, L. Becze, T. I. Török: Alternative Processing Routes to Treat Zinc-Containing EAF Dusts, microCAD 2003 International Scientific Conference 6-7 March 2003, Section C: Metallurgy pp. 65-72.
- [5] Mihalik Árpád: Fémhulladékok előkészítése c. fejezet a készülő ESZA tananyaghoz (kézirat), Miskolci Egyetem, Fémkohászattani Tanszék, Miskolc, 2003.
- [6] Csicsovszki Gábor – Török Tamás: Galvánipari fémtartalmú hulladékok feldolgozásának, ill. újrahasznosításának technológia-fejlesztési lehetőségei Magyarországon. A Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karán Tudományos Ülésszaka, Miskolc, MEMAB Székház, 2003. szeptember 4-5.

## Bemutkozik a Hulladéksors

2000 májusában a Hulladékhasznosítók Országos Egyesülete (HOE) gondozásában és kiadásában *Hulladéksors* címmel új havi megjelenésű szaklapot közzétehetünk. Áttekintve a 2000 előtti környezetvédelmi sajtó keresztmetszetét, megállapítható az erőfeszítés, ahogy mind a napi sajtóban, mind a szakmai lapokban igyekeztek bemutatni a fenn tartható fejlődés környezetvédelmi teendőit.

A téma rendkívüli komplexitása miatt egyszerre kellett vizsgálni életelemeink, a termelésnek és a fogyasztásnak valamennyi környezeti tényezőre (levegő, víz, talaj stb.) gyakorolt hatását. E bonyolult kérdéskomplexumban szerepelt ugyan a hulladékkezelés, de csak érintőlegesen és nem a fontosságának súlyának megfelelően.

Pedig ma Magyarországon évente 70 Mt hulladék keletkezik, amely többszöröse az OECD országok átlagának. Mindemellett 500 Mt hulladék halmozódott fel az elmúlt évek gazdasági tevékenységei során. Lerakóhelyeink többsége vi-

szont szabálytalannak volt minősíthető.

E sürgető feladatok inspirálták a Hulladéksors megszületését.

A Hulladéksors alapvető célja, hogy kifejezetten a hulladékok keletkezésének megelőzését és a keletkező hulladékok kezeléséhez szükséges feltételrendszert, jogi és gazdasági környezetet, vállalkozói törekvéseket, önkormányzati erőfeszítéseket összefoglalóan mutassa be.

A Hulladéksors első számának megjelenése egybeesett a hulladékgazdálkodási törvény megszavazásával. Havi rendszerességgel megjelenő számaival már nagyban hozzájárult az Országos Hulladékgazdálkodási Terv megszületéséhez, mellyel hulladékgazdálkodásunkat minél inkább üzleti alapokra helyezve, fokozatosan növekszik a hulladékok hasznosításának aránya. A lap születésének 4. évfordulója egybeesett Magyarország Európai Unióhoz való csatlakozásának időpontjával, melynek elősegítése már a lap első oldalán határozottan megfogalmazódott.

És most lapozzunk. Miről is ír a Hulla-

déksors? A folyóirat rendszeresen reflektorfénybe állítja az ipari, mezőgazdasági, kommunális hulladék hasznosításával foglalkozó vállalatok problémáit, kutatási eredményeket, új technológiákat, kormányzati állásfoglalásokat.

Nem zárkózik el különféle érdekcsoportok véleményei elől. Rendszeresen jelzi a hulladékgazdálkodási törvény végrehajtásával kapcsolatos feladatokat. Állandó rovata a HOE-hírek, amely érdekképviseletet és érdekvédelmet is szolgáltat. Lapszemléje egyaránt merít a hazai és külföldi médiából. A „Hulladék-börze” c. állandó rovatával már eddig is milliárdos értékek mozdultak meg. „A főnixmadár poraiból újjászületik. A hulladék is” – hirdeti a lap logója az eddig érdemtelenül háttérbe szorult iparág és tevékenységi terület prioritását.

(Kiadó és szerkesztőség: 1146 Budapest, Ajtósi Dürer sor 5. III. em. 1. T: 422-1428; Felelős kiadó: Balatoni Henrik a HOE elnöke, Főszerkesztő: Dr. Símányi József).

☛ (H. J.)