

Fejlesztések a folyamatos tűzi mártó szalaghorganyzásban

Az utóbbi évtizedek sok olyan változást és fejlesztést hoztak a folyamatos sorokon történő tűzi mártó szalaghorganyzás területén, melyek közül néhányat már elégségesen kiforrottnak találtunk ahhoz, hogy ezekre a kohászati tudományok művelőinek és a potenciális beruházóknak a figyelmét felhívjuk. Erre tekintettel bemutatjuk a hagyományos Sendzimir-rendszerű szalaghorganyzás hazánkban megvalósított technológiáját, az alumíniummal nagyobb mértékben valamint az alumíniummal és magnéziummal is ötvözött cinkolvadékokkal történő tűzihorganyzás jelentős korrózióvédelmi előnyeit. Röviden ismertetjük a kétszeres mártással (DoubleDip) történő bevonásban rejlő új lehetőségeket, és a hagyományos kromátos (króm(VI)-tartalmú vizes oldatos) utókezelés kiváltására irányuló kutatások fontosabb szempontjait és főbb tendenciáit.

Bevezetés

Vas- és acéltermékek korrózióvédelmére a viszonylag alacsony olvadáspontú (~419 °C) horganyalapú fém- és fémötvözet-olvadékokba mártással, vagy ilyen olvadékokon történő áthúzással kialakítható bevonatok alkalmazása és fejlesztése már évszázadosnál hosszabb múltra tekint vissza a világban és Magyarországon is [1]. A szakaszos, ún. darabáru horganyzásról a közelmúltban magyarul ugyan jelent meg útmutató az elérhető legjobb technikák (ELT illetve 'BAT') meghatározásához [2], és a „Folyamatos tűzi bevonatkészítés” témaköréről is tájékozódhatunk két magyar nyelvű friss 'IPPC' dokumentumból [3], mégis, a legújabb fejlesztési trendekről időszzerűnek éreztük – legalább e rövid közlemény keretei között – tájékoztatni a tűzihorganyzás iránt érdeklődőket.

A tűzi horganyzás általános gyakorlata

Manapság a legkényesebb autóiipari igényeket is kielégíteni képes hor-

ganyzó technológiák közül a folyamatos sorokon megvalósított tűzihorganyzást mintegy harminc évvel megelőzték a vizes oldatos elektrolitikus (galván) horganyzó eljárások [4, 5]. Az 1930-as évektől a Tadeusz Sendzimir által kifejlesztett és róla elnevezett horganyolvadékos folyamatos bevonó technológia is gyorsan elterjedt a világban [6]. Amíg folyamatos sorokon a világon galvánhorganyzással (EG = Electro Galvanized) és tűzihorganyzással (HDG = Hot Dip Galvanized) gyártott cinkbevonatos acéllemez összes mennyisége az 1950-es években még csak pár millió tonna volt, addig ez napjainkra meghaladta a 100 millió tonnát. E kétféle horganyzó technológiával gyártott acéllemez termékek arányának egymáshoz képesti alakulását pedig – Európa fejlettebb részén – az 1. ábrán szemléltetett adatok alapján elemezhetjük. Szembetűnő, hogy évtizedek óta meghatározó a tűzihorganyzott lemeztermékek jóval nagyobb aránya.

A világon közel 500 folyamatos tűzihorganyzó sor üzemel, Magyarországon egyedül az ISD Dunaferr Zrt.

rendelkezik ilyen berendezéssel 1993-tól [7]. Ennek a Sendzimir-rendszerű hazai bevonósornak a technológiai sémáját a 2. ábrán láthatjuk. Ezen a soron 750–1500 mm szalagszélességű, és 0,50–1,50 mm vastag acél-szalagok horganyzása folyik az MSZ EN 10346:2009 szabvány szerinti acélok bevonása céljából.

A folyamatos tűzihorganyzó sorokon alkalmazott horganyolvadékok túlnyomó többségénél, a dunaujvárosihoz hasonlóan, legfeljebb 0,3%-nyi mennyiségben adnak alumíniumot a tiszta cinkhez, melynek hatására a 3.a ábrán szemléltetethez hasonló bevonatstruktúra kiépülésével lehet számolni, vagyis a nagyon vékony Al_2Fe_5 intermetallikus réteg fölötti bevonat szövete sokkal egyöntetűbb, mint a szakaszos, ún. darabáru horganyzásnál szokásosan kiépülő szövetszerkezet (3.b ábra).

Fejlesztési trendek a horganyötvözetek területén

A horganybevonattal ellátott acéltermékeknel természetesen a hordozó vasalapú ötvözetek összetétele és felületállapota is összhangban kell legyen a velük érintkezésbe hozott horganyötvözet olvadékokkal. Cél, hogy a kialakuló termodiffúziós kötési erőssége, a bevonat megszilárdult szövete (és mechanikai tulajdonságai) az adott továbbfeldolgozási műveletekhez (hidegalakítás, hegesztés, festés stb.) jól igazodjon és a legfontosabb hosszú távú bevonattechnikai célnak, azaz a korrózióvédelmi feladatnak is megfeleljen [6, 9]. Az utóbbi időben mind a galván-technikai úton leválasztható cinkalapú ötvözetek (Zn-Ni, Zn-Fe, Zn-Co,

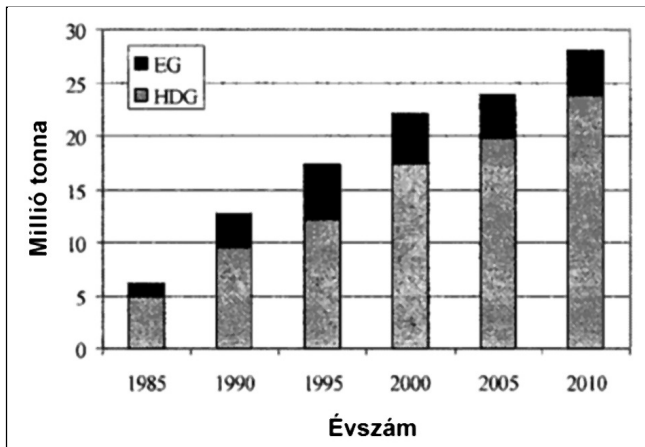
Dr. Török Tamás okl. kohómérnök, az MTA doktora, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, Metallurgiai és Öntészeti Intézetének igazgatója.

† **Dr. Dénes Éva** okl. vegyészmérnök, okl. környezetvédelmi analitikai szakmér-

nök, PhD-fokozatot szerzett. Az ISD Dunaferr Zrt. Innovációs Igazgatósága acélfelület elemzési főosztályának vezetője, a Dunaújvárosi Főiskola oktatója volt 2012 júliusában bekövetkezett haláláig.

Fajger János okl. kohómérnök, diplomá-

ját 2005-ben a cikkel kapcsolatos tárgykörben írt diplomaterv alapján védte meg. Okl. hegesztő szakmérnök, nemzetközi hegesztő szakmérnök (IWE, EWE), műszaki szakértő, a Fajger Mérnöki Iroda Kft. megalapítója.



■ 1. ábra. Folyamatos galván- illetve tűzihorganyzott acélszalag termelés adatai Nyugat-Európában az utóbbi évtizedekben [5]

Zn-Sn, Zn-Ni-Fe, Zn-Co-Cr-SiO₂), mind a tűzihorganyzással kialakított cinkalapú bevonatok között felbukkannak újabb és újabb ötvözetek (Zn-Al, Zn-Al-Si, Zn-Al-Mg stb.), melyek közül néhánynak az ipari bevezetésére már sor is került a közelmúltban.

Növelt alumíniumtartalmú és Zn-Al-Si-tartalmú horganybevonatok

Az ArcelorMittal acélipari világcég kínálatában [10] is szereplő Galfan-bevonatok (közel eutektikus összetételű Zn-Al ötvözet (5% Al) korrózióval szembeni ellenállóképessége például közel kétszerese a szokásos Zn-bevonatos acéltermékekének. Ez annak tudható be, hogy a Zn-Al ötvözet-bevonatos acéltermékek korróziója ugyan a horgany oxidációjával előbb-utóbb megkezdődik, de ennek következtében a fémbevonat felületi alumíniumtartalma nagyobbá válik, és ennek a módosult összetételű felületi Zn-Al rétegnek ezáltal lecsökken

a reakcióképesége (passzívabbá válik).

Emellett ennek a Zn-Al ötvözetnek a felületi oxidos-hidroxidos korróziós termékének a porózitása is kisebb, mint az alumíniumot nem tartalmazó, tiszta cinkbevonatokon keletkező cink-oxid-hidroxidos korróziós terméké,

és emiatt is kisebb lesz a későbbi korróziósebesség. Egy harmadik ok pedig önmagában az eutektikus mikroszerkezetben (4. ábra) rejlik, melynek eleve kisebb a kémiai reakcióképessége, mint a tiszta cinké.

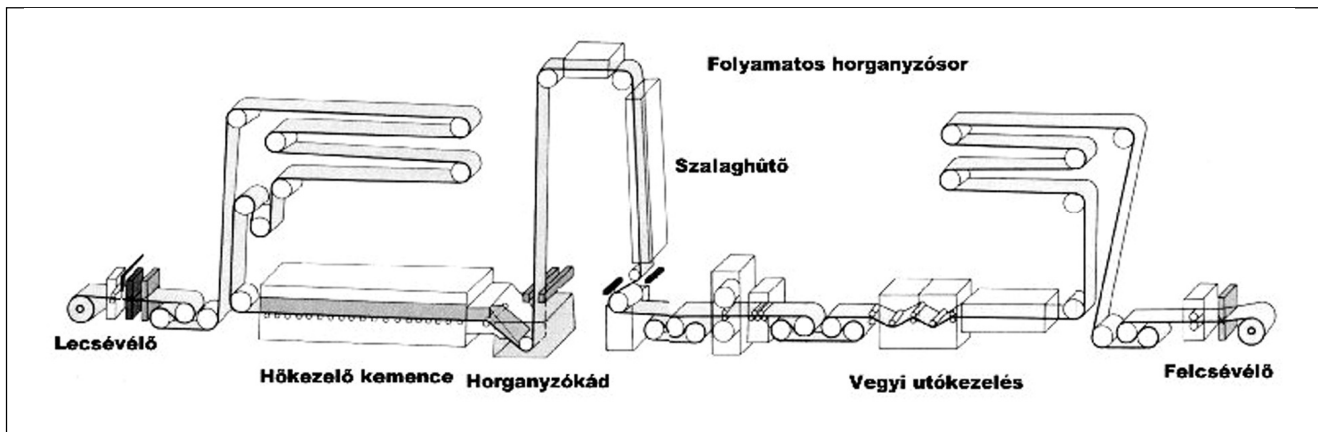
A Galfan-ötvözetnél jóval nagyobb Al-tartalmú kétfázisú ötvözeteknél (amilyen például az Aluzinc®, 55% Al; 43,4% Zn; és 1,6% Si) és amelyben a mintegy 80%(v/v)-nyi és alumíniumban gazdag dendrites szövetben a dendritek közötti zónákban (kb. 20%(v/v)-os arányban) szilíciumban dús fázisok találhatóak. Az ötvözzel közvetlenül érintkező acéllal való reagálás után általában 1-2 µm-es AlZnFeSi intermetallikus határfelületi réteg alakul ki. Ennek a bevonatnak igen magas alumíniumtartalma következtében, a korrózióállósága is – különösen nagyobb hőmérsékleteken – kiváló. Emellett ezeknél az Al-Zn-Si ötvözeteknél a levegőn spontán kialakuló felületi vékony és transzparens alumínium-oxidos film egyben jó

abrázíós kopásállóságot és kellemes fémes fényt is kölcsönöz ezeknek a bevonatoknak.

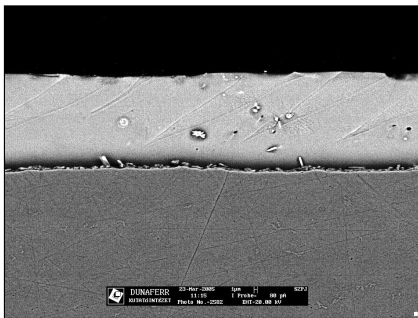
Magnéziummal és alumíniummal ötvözött horganybevonatok

Az utóbbi 30-40 évben a világban több helyen is jelentős erőfeszítéseket tettek még jobb korrózióállóságú Zn-Al-Mg ötvözetek kifejlesztésére. Japánban 0,2...11,0% Al-tartalmú és 0,1...3,0% közötti Mg-tartalmú ötvözetekkel kísérleteztek. Európában valamivel kisebb ötvöző-tartalmú (Al: 0,4...2,0%; Mg: 1,0... 2,0%) horganyolvadékokat teszteltek (5. ábra) [11].

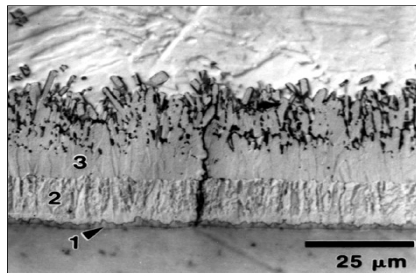
Európában a Zn-Mg bevonatok első ipari alkalmazására 2006-ban került sor a ThyssenKrupp Acélműben [12]. Ez a technológia – kisebb módosításokkal – megegyezik a hagyományos Sendzimir-szalaghorganyzással, azonban a magnéziummal ötvözött fürdőknél azt is figyelembe kell venni, hogy az erősen reakcióképes Mg miatt a fürdő hajlamosabb a salakképzésre, így a fürdő összetételének és hőmérsékletének az ellenőrzése és szabályozása a szokásosnál igényesebb feladat. Attól függően, hogy a felhasználók a bevonat mely tulajdonságát tartották fontosnak, illetve milyen alapanyagra kívánták azt alkalmazni, a fejlesztők az utóbbi évtizedben számos eltérő összetételű bevonatot használtak (1. táblázat). Az 1. táblázatban felsoroltakon kívül, természetesen újabb Zn-Al-Mg bevonatok kifejlesztésére is folynak laboratóriumi kísérletek, például az Austeel és a Kínai Központi Fém- és Acélipari Kutatóintézetben.



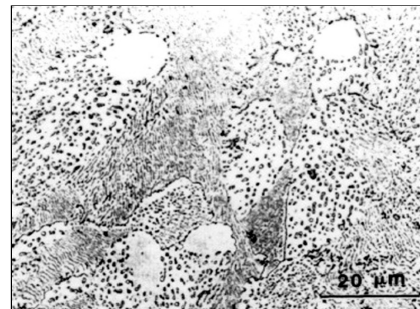
■ 2. ábra. Sendzimir-típusú horganyzó sor technológiai sémája. A technológiai sor részletes ismertetése nélkül jelezzük, hogy a vegyi utókezelés, az ún. fehérrozsdá kialakulásának megelőzésére, a szalagnak 50 °C-os kromátfürdőben való áthúzását jelenti



■ **3. a ábra.** Folyamatos soron (ISD Dunaferr Rt.) kiépült vékony (~ 20 µm) horganybevonat alumíniummal adalékolt fűrdőből [8]. Nagyítás: ~ 750 x



■ **3. b ábra.** Tiszta (alumíniumot sem tartalmazó) cinkolvadékban 5 perc alatt, nagyon kis C-tartalmú (ULC) acélon és 450 °C-on kiépült horganybevonat mikroszerkezete: 1: γ-fázis; 2: δ-fázis; 3: ζ-fázis. [9]. Nagyítás: ~ 700 x



■ **4. ábra.** A Galfan (Zn+5%Al) bevonat jellegzetes lamellás mikroszerkezete a bevonattal párhuzamosan készült mikroszkópos csiszolati képen [9]. Nagyítás: ~ 1000 x

1. táblázat. Magnéziummal és alumíniummal ötvözött cinkolvadékos bevonó technológiák [13]

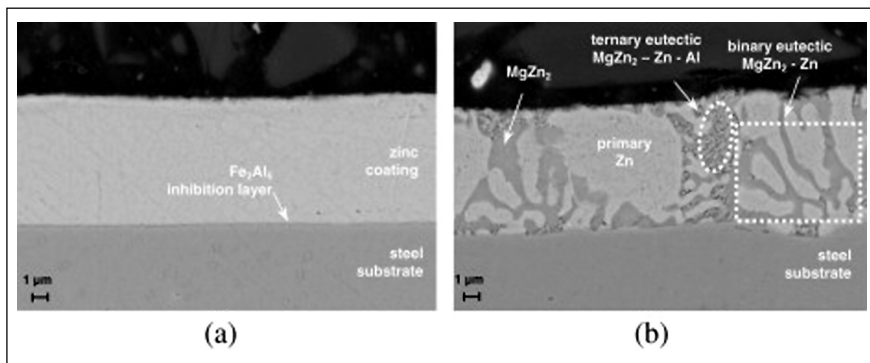
Technológia	Bevonat	Jelölés	Összetétel	Bevezetés éve	Bevonat min-max
Tűzi mártó szalag-horganyzás	Zn-Mg-Al <i>Super Dyma</i>	nincs adat	11% Al, 3% Mg, 0,2% Si	2004	10-45 µm
	Zn-Mg-Al	ZAM	6% Al, 3% Mg	2000	10-45 µm
	Zn-Mg-Al <i>MagiZinc</i>	MZ	1,6% Mg, 1,6% Al	2006	7-15 µm
	Zn-Mg-Al <i>Corrender</i>	ZM	2% Al, 2% Mg	2007	> 8 µm
	Zn-Mg	ZMg	1% Mg		
	Zn-Mg-Al <i>Strongcoat</i>	ZM	1-2% Mg, 1-2% Al	2008	5-10 µm
	Zn-Mg-Al <i>Magnelis</i>	nincs adat	3% Mg, 3% Al	2011	nincs adat

Tulajdonságait tekintve, a Zn-Al-Mg-típusú bevonatok elsősorban rendkívül jó korrózióállóságukkal tűnnek ki: atmoszférikus kültéri vizsgálatokkal például kimutatták, hogy ezeknek a bevonatoknak a korróziós ellenállása kétszerese a Zn-5% Al bevonatokénak, és négyszerese a hagyományos Zn-bevonatokénak [14]. Amennyiben szükséges és/vagy a bevonat színezése is egy további elvárás, akkor maga a korrózióállóság is még tovább javítható, erre alkalmas szerves fedőréteg(ek) kialakításával, melyet ugyancsak folyamatos sorokon (ún. coil-coating technológiával) visznek fel. Ilyen kiváló korrózióállóságú bevonatokat elsősorban az építőiparban, és különösen a tengeri/tengerparti környezetben használatos acéllemezekre alkalmaznak.

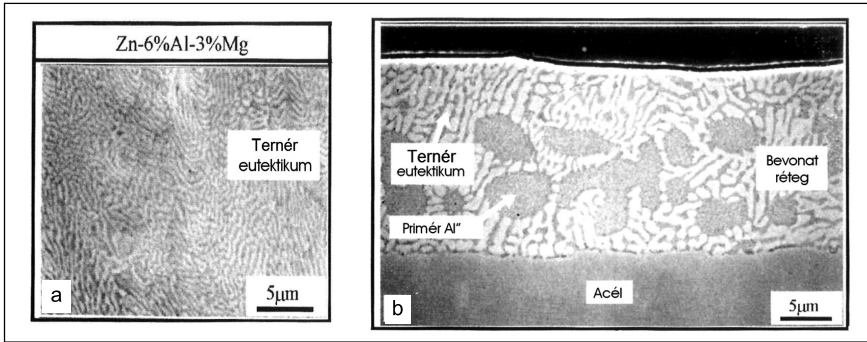
Az így bevont lemezeknél a felületi nagyon vékony és a vágott éleken is viszonylag tömör korróziós (védő)réteg kialakulása figyelhető meg a

hidroxil-ionoknak a Zn²⁺, és a Mg²⁺-ionokkal való reakciója következtében. A kialakuló tömör korróziós termék befedi a keletkezett sérülést, ezáltal csökkenti az oxigén redukcióját a vason (katódos folyamat), automatikusan csökkentve ezzel az anódos folyamatot, a cink további oxidálódását is [14]. A kísérletek eredményei alapján 2008-ban Németor-

szágban hatóságilag engedélyezték a szerves bevonatos, Zn-Al-Mg alapú horganyzott termékek építőiparban való felhasználását. Ezt követően Európában is jelentősen növekedett ezeknek a termékeknek a piaci felhasználása [15]. A Thyssen-gyár új fejlesztéseként indított Solabs-projektben [12] a Zn-Al-Mg bevonatú lemezek festhetőségét optimalizálták úgy, hogy egy speciális – napkollektorként működő – szerves bevonatot húzhasználnak rá. Az 1-2% Al-tartalmú illetve 1-2% Mg-tartalmú horganyzott bevonatok előnyeit és hátrányait is összehasonlították a hagyományosan horganyzott (GI) és a horganyzott és lágnyított (GA, „galvanneal”) bevonatokkal ipari soron gyártott acéllemezekre. A fent említett Mg-tartalmú bevonatok nagyon jól (a legtöbb tesztnél első helyen) szerepeltek a gépkocsigyártók speciális tesztjein: az általános és a kozmetikai korróziós, valamint a vágott széleken bekövetkezett delaminációs vizsgálatokban. Az alumínium és a magnézium hozzáadásával a bevonat keményebbé, törékenyebbé vált. Ez ugyan nem



■ **5. ábra.** Pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvételek a hagyományos (a) tűzhorgany bevonattal (Z), illetve a cink- alumínium- magnézium ötvözet bevonattal (ZM) (b) horganyzott acéltermékek keresztmetszeti csiszolatairól [11]. Nagyítás: ~ 3000 x



■ 6. ábra. a) A jelölt összetételű Zn-Al-Mg ötvözet bevonat felszíne. Nagyítás: ~ 2500 x; b) A jelölt összetételű Zn-Al-Mg bevonat keresztmetszeti szövetképe. Nagyítás: ~ 2500 x

kedvez a kopási és a súrlódási tulajdonságoknak, viszont észrevették, hogy a kopás mértéke ezeknél a bevonatoknál nem függ a szerszám hőmérsékletétől (ellentétben a Zn- és Zn-Al-bevonatokkal), így ezt az állandó értéket ismerve, beállítható az optimális rétegvastagság. Hátrányként meg kell említeni, hogy a Zn-Al-Mg-bevonattal ellátott acéllemezek ponthegeztésekor a gyártó rövidebb elektróda-élettartamra számíthat, mint a hagyományos Sendzimir- vagy GA-bevonatoknál [16].

A Zn-6% Al-3% Mg összetételű bevonat felülete a 6. a ábrán, keresztmetszete pedig a 6. b ábrán látható. A felület jelentős része Zn/Al/Zn₂Mg ternér eutektikumból áll. Szobahőmérsékleten a bevonat felületén egy vékony, oxidálódott cinkréteg van, amely magnéziumot tartalmaz. Többek között ez a magnéziumtartalmú

réteg az oka a kitűnő korróziós ellenállásnak [16,17].

A korrózió előrehaladtával (tengeri klímában vagy sópermetkamrás kísérlet során) ez a réteg átalakul egy cink-klorid-hidroxid réteggé, ami megakadályozza a cink-oxid és a cink-hidroxid (fehér rozsdá) kialakulását.

A legtöbb magnézium a felső, cink-tartalmú korróziós rétegbe kerül, és a korrózió előrehaladtával lemosódik, míg az alumínium stabil Zn-Al termékeket képezve a felületen marad, és a megmaradt magnéziummal hosszú távon védi a bevonatot és magát az acélfelületet.

Az ausztriai Voest Alpine Stahl GmbH linzi üzemében 2-2% Al és Mg ötvözésű horganyzott acéllemezeknek sós, vizes oldattal érintkezett horganyzott felületén kétféle színű elváltozást észleltek. A fehéres részeken zömében cink- és kevesebb

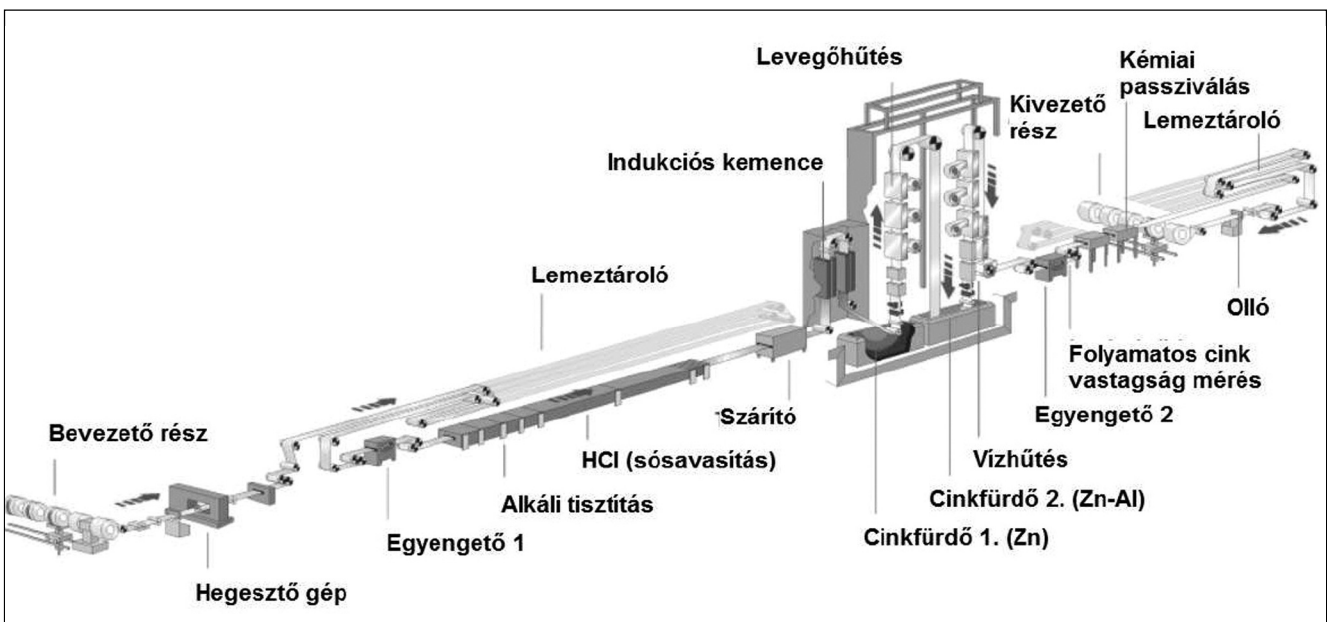
magnézium-karbonát vegyületeket, pl. Zn₅(OH)₆(CO₃)₂; továbbá cink-karbonátot és cink-hidroxidot azonosítottak. A szürkés részeken Zn₅(OH)₈Cl₂•H₂O, Zn₅(OH)₆(CO₃)₂, továbbá ZnCO₃ és főleg Zn(OH)₂ vegyületefázisokat tudtak kimutatni.

A vizsgált 2-2% Al+Mg ötvözésű horganyzott termékek kiváló korróziós ellenállóképességét Schürz és munkatársai [11] a bevonás után gyorsan kialakuló stabil, jól tapadó és alumíniumban gazdag felületi (pasz-szív) védőfilmnek (zömében: Zn₆Al₂(CO₃)(OH)₁₆•4H₂O vegyület) tulajdonították.

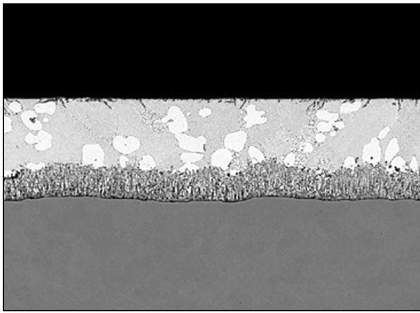
Folyamatos szalaghorganyzás kétszeri mártással

Japán tudósok jöttek rá arra, hogy dupla merítéses technológiával és a második kádban az alumíniumkoncentráció növelésével kiváló korrózióállóságú huzalt tudnak gyártani. Az acélhuzalt először egy ötvözetlen Zn-tartalmú, majd egy Zn-11% Al-3% Mg összetételű fürdőn vezetik keresztül. Ha a huzalok felületét még külön érdesítik is – a kitűnő korrózióállóság mellett –, a tapadási tulajdonságok jelentősen javulnak [18].

A horganyötvözet bevonatok fejlesztésével párhuzamosan arról is gondoskodni kellett, hogy a megfelelően tisztított (zsírtalanított) és (például sósavas pácolással) aktívá tett acélfelületre felvitt hagyományos



■ 7. ábra. Folyamatos szalaghorganyzó sor kétszeri mártással (Agozal rendszere [22])



■ **8. ábra.** Kétszeres mártással készült tűzhorgany bevonat (szubsztrát: acél; felette: hagyományos összetételű cinkréteg; legfelül: Zn+5% Al ötvözet bevonat /fehér, nagy primer cinkben dús kristályokkal).

összetételű ($ZnCl_2 + NH_4Cl$ sók keveréke), ún. flux védőfilmek kémiai szempontból is összeférjenek a horganyötvözet olvadékok nagyon reakcióképes és nagyobb koncentrációban alkalmazott alumínium, illetve magnézium ötvözőivel. A horganyolvadék oldott alumíniumtartalma ugyanis könnyen a horganyzott termék ún. fekete foltosodását ($AlCl_3$ -os laza szerkezetű kiválását [19]) okozhatja. Ennek a problémának az orvoslására vagy a flux összetételét kell módosítani, vagy áthidaló megoldás lehet a kétszeri mártással bevonó technológia alkalmazása, amikor a már jól bevált tiszta horganyolvadékos bevonást követően egy második mártási műveletben viszik fel kívülre az erősebben ötvözött horganybevonatot. Ezzel a technológiai megoldással a külső réteg összetételét lehet kisebb technológiai kötöttségek mellett kiválasztani és alkalmazni [21], akár annak ötvözéssel történő színezése által is [20].

A korrózióállóság növelése céljából Japánban kifejlesztett egyik fajta Zn-Al ötvözetet (7% Al-tartalommal) már csaknem húsz éve tesztelik az Atlanti-óceán partján (Shirahama közelében) és ezt a horganyötvözetbevonatot ugyancsak kétszeri mártással vitték fel szerkezeti acél próbalemezekre, mindösszesen 70-75 μ m-es vastagságban. A hosszú idejű tengerparti, ún. kitéti vizsgálatok eredményei a már eltelt 10 éves periódus után azt mutatták, hogy a külső Zn-7% Al ötvözet bevonat csaknem négyszerre kisebb korróziósebességgel degradálódott a sós tengerparti levegőn, mint a hagyományos ötvözetlen tűzhorgany bevonat.

Ugyancsak alumíniummal, és közél a fentebbi példához hasonló arányban ötvözött, ún. Galfan-típusú Zn-5% Al ötvözet bevonatok előnyös korrózióállóságát kihasználva, és ezt a Galfan bevonatot az alakíthatóság szempontjából kedvezőbb tulajdonságú ötvözetlen horganybevonatokkal összeházasítva, a Thyssen/Krupp Stahl AG csoport egyik leányvállalatánál (Agozal [22]) is egyfajta kétszeri mártásos bevonó eljárást fejlesztettek ki. Itt a lúgos vizes oldatos felület-tisztítás és sósavas pácolás után, a megfelelő védősó (flux) filmmel bevont acélszalagot először szintén horganyolvadékon vezetik át, majd levegővel hűtés után, folytatólagosan még egy második kádon is átbuktatják, mely utóbbiból kristályosodik a horgannyal vékonyan már egyszer bevonó szalagra a második, a Zn-5% Al ötvözet bevonat. Ennek a bevonó sornak a folyamatvázlatát a 7. ábrán, míg az Agozal kétszeres mártással nyerhető bevonat sajátos struktúráját a 8. ábrán szemléltetjük.

Kromátmentes utókezelések fejlesztése

Az alumíniummal legfeljebb 0,3%-os mértékben ötvözött cinkolvadékból képzett tűzhorgany bevonatok egyik kellemetlen hibajelensége az ún. fehérrozsdá (nagyon laza szerkezetű $Zn(OH)_2$ -os korróziós termék). Ilyen nemkívánatos korróziós termék megjelenését például gyakran észlelték a frissen horganyzott termékek felületén olyankor, ha túlságosan és tartósan nedves körülmények között tárolták és/vagy szállították a csupaszfelületű horganyzott terméket. A horganyzott felületek passziválására, és egyben a fehérrozsdá ellenszereként, évtizedekig nagyon jól bevált módszer volt a híg krómsavas vizes oldatos utókezelés, viszont a króm(VI)-vegyületek alkalmazásának jelenlegi korlátozása az utóbbi években gondot okoz a tűzhorganyzó üzemeknek. A megfelelő hatékonyságú helyettesítő szerek és kezelések felkutatása érdekében közben kiterjedt alap- és alkalmazott kutatások is indultak a világban több-kevesebb sikerrel. Az új generációs és egyébként nagyon vékony amorf védőfilmek leválasztására alkalmas vizes oldatos

utókezelő szerek között például megjelentek különféle szerves- és szervetlen foszfátok, szilánok és ritka-földfém sók [23], továbbá molibdátos, cirkonátos, mangánatos és más hasonló, környezetre kevésbé ártalmas szervetlen vegyületeket tartalmazó kompozíciók, és újabb olajos jellegű szerves vagy hibrid kezelőszerek egyaránt [24]. Az adott célra legalkalmasabb króm(VI)-mentes utókezelő szerek kiválasztásánál természetesen arra is figyelemmel kell lenni, hogy a horganyzott acéltermék milyen további feldolgozásra (hidegalakítás [25], hegesztés, beltéri, illetve kültéri felhasználás stb.), vagy milyen jellegű szerves bevonatképzésre (festés, lakkozás, laminálás) kerül.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű pályázat és az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretein belül, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1.] *Antal Árpád*: 125 éves a magyar tűzhorganyzó ipar, Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége, Dunaújváros, 2006.
- [2.] http://www.ippc.hu/pdf/tuzi_horganyzas.pdf (Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a szakaszos tűzimártó horganyzás terén, Budapest, 2007)
- [3.] IPPC /Integrált szennyezés megelőzés és csökkentés/ referencia dokumentumok: http://www.ippc.hu/pdf/vasfemfeldolgozas_osszefoglalo.pdf
http://www.ippc.hu/pdf/vasfemfeldolgozas_bref.pdf
- [4.] *H. Geduld*: Zinc Plating, Finishing Publ. Ltd, Trowbridge, 1988
- [5.] *J. Faderl*: Continuous galvanizing in Europe: yesterday – today – tomorrow, GALVA-TECH'07, Osaka, (2007) 14–21
- [6.] *Dénes Éva*: Merre tart a folyamatos szalaghorganyzás napjainkban? BKL Kohászat 141(2), 2008, 1–5
- [7.] *Horváth Ákos, Szabó Zoltán*: A gyártástechnológiák fejlődése a

- Dunai Vasműben az elmúlt 60 év alatt (2. rész) ISD Dunaferri Műszaki Gazdasági Közlemények 49(2), 2011 68–83.
- [8.] *Fajger János*: Folyamatos szalaghorganyzással gyártott cink-alapú ötvözet bevonatok. Diplomamunka, Miskolci Egyetem, 2005
- [9.] *A. R. Marder*: The metallurgy of zinc-coated steel, *Progress in Materials Science* 45 (2000) 191–271
- [10.] http://www.arcelomittal.com/fce/repository/Brochures/Metalliccoated_usermanual_FR.pdf
- [11.] *S. Schürz, G. H. Luckeneder, M. Fleischanderl, P. Mack, H. Gsaller, A. c. Kneissl, G. Mori*: Chemistry of corrosion products on Zn-Al-Mg alloy coated steel, *Corrosion Science* 52 (2010) 3271–3279
- [12.] *K.-P. Imlau, K.-J. Peters, B. Schuhmacher*: Opportunities and Challenges for Galvanized Steel Sheets in Europe, *Galvatech 2011, Genova*
- [13.] *B. van Veldhuizen, J. Niermeijer*: Galvanized Steel for the Construction Industry, the Past, Present, and the Future, *Galvatech 2011, Genova*
- [14.] *T. Shimizu, F. Yoshizaki*: Atmospheric Corrosion Behavior of Hot-Dip Zinc Alloy Coated Steel Sheet Subjected to Forming, *Galvatech 2011, Genova*
- [15.] *J. Schulz, O. Bendick, B. Werner, R. Wittowski*: Zn-Mg Coatings – Innovation for Coil Coated Steel Sheets, *Galvatech 2011, Genova*
- [16.] *M. Vlot, N. Van Landschoot, R. Bleeker*: ZnAlMg Coatings Versus Galvannealed (http://www.tatasteelautomotive.com/file_source/StaticFiles/Automotive/MagiZinc)
- [17.] *T. Tsujimura, A. Komatsu, A. Andoh*: Influence of Mg Content In Coating Layer and Coating Structure On Corrosion Resistance of Hot-Dip Zn-Al-Mg Alloy Coated Steel Sheet, *Galvatech 2001, Brüsszel*
- [18.] *S. Sugimaru, N. Hikita, A. Yoshie, S. Tanaka, H. Ohba, S. Nishida*: Zinc Alloy Coated Steel Wire with High Corrosion Resistance, *Nippon Steel Technical Report No.96 (2007) 34–38*
- [19.] *M. Manna*: Effect of fluxing chemical: An option for Zn-5wt%Al alloy coating on wire surface by single hot dip process. *Surface & Coatings Technology* 205 (2011) 3716–3721
- [20.] *T.I. Török, G. Lévai, A. Ender*: Revisiting 'Colour' Hot Dip Galvanizing by Titanium Bath Alloying, *Int. Conf. Proceedings. INTERGALVA 2012, Paris June 11–14 (2012)*
- [21.] *K. Tachibana, Y. Morinaga, M. Mayuzumi*: Hot dip fine Zn and Zn-Al alloy double coating for corrosion resistance at coastal area. *Corrosion Science* 49 (2007) 149–157
- [22.] www.agozal.de/e_index.htm (2002)
- [23.] *Kőszegi Szilvia, Paszternák András, Felhősi Ilona, Kálmán Erika*: Cérium-, és lantán sóoldattal kezelt horganyzott acéllemezek felületének morfológiai és korróziós vizsgálata. *Korróziós Figyelő* 47/5 (2007) 133–140
- [24.] *B. Wilson, N. Fink, G. Grundmeier*: Formation of ultra-thin amorphous conversion films on zinc alloy coatings Part 2: Nucleation, growth and properties of inorganic-organic ultra-thin hybrid films. *Electrochimica Acta* 51 (2006) 3066–3075
- [25.] *J. Brinkbäumer, K.-D. Flechtner, P. Heidebüchel, S. Janssen, G. Nothacker, R. Wormuth*: Lubri Treat A functional nanocoating for the automotive industry. *ThyssenKrupp techforum* 16 (2011) 13–17

Fazola Fesztivál (VI. Fazola-napok) 2012. szeptember 14–16.

Az OMBKE és miskolci szervezetei, az MMKM Kohászati Múzeuma a helyi civil szervezetekkel összefogva ez évben is tervezik megrendezni a Fazola-napokat.

A rendezvény szeptember 14-én Miskolc főutcáján a műszaki élethivatás népszerűsítésével kezdődik. Ezután a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara által szervezett konferenciát tartják meg „Energia és környezet” címmel ipari, bányászati és urbanisztikai témákkal a MAB Erzsébet-téri székházában. Este a selmeci szellem folyamatossága érdekében az újdíósgyőri Bartók Béla Művelődési Házban bányász, erdész, kohász hagyományápoló szakestélyt rendeznek.

Szeptember 15-én szakmai és kulturális programokkal várjuk bányász, kohász, erdész barátainkat és az e szakmák iránt érdeklődőket a Garadna völgyi ipartörténeti emlékhelyre, az újmassai műemlékhoz. Az interaktív szakmai bemutatók keretében az anyag- és földtudomány iránti tiszteletet és vonzalmat, az erdő szeretetére való nevelést kívánjuk erősíteni. A szakmai bemutatókat művészi, kulturális műsorok teszik színesebbé.

Előkészületben van a Fazola Frigyes által épített Hámori tó 200 éves évfordulójának megünneplése, melyre szeptember 16-án Lillafüreden különleges barlangtúrákat, kulturális, irodalmi műsorokat, gasztronómiai és borászati különlegességeket, vízi parádét, interaktív műszaki technikai látványosságokat tervezünk.

Szakmáink, ipartörténeti emlékeink és kulturális hagyományaink iránt érdeklődő tagtársainkat, családtagjainkat, baráti társaságainkat tisztelettel várjuk!

A rendezvény megrendezhetőségét, sikerét elősegítő önzetlen támogatásaikat köszönettel vesszük.

Bankszámlánkat vezető pénzüintézet:

Tokaj és Vidéke Takarékszövetkezet

Számlaszám: 56100048-11060053-00000000

(Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány)

A szervezők nevében dr. Nyitrai Dániel