

TÖRÖK TAMÁS

Kémiai metallurgiai módszerek alkalmazása néhány precipitációs és felülettechnikai rendszerben. II. rész

5. Bevonatképzés hidrometallurgiai módszerekkel

A vizes közegű kémiai metallurgiai (hidrometallurgiai) módszerek alkalmasan kihasználhatók számos fémes szerkezeti elem vagy gépalkatrész felületének az adott funkcionális célnak leginkább megfelelő módosítására is. Ilyen irányú kutatásaink közül az alumínium felületkezelésének egyik újszerű lehetőségét mutatjuk be az alábbiakban.

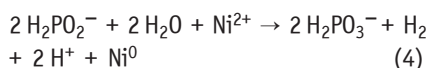
5.1. Alumínium kémiai (vegyi) nikkelezése

Az alumíniumalapú ötvözetek felhasználásának körét jelentősen lehet bővíteni az adott célnak legjobban megfelelő funkcionális bevonat kialakításával. A kémiai nikkel-foszfor bevonatok e területen ígéretes megoldást jelenthetnek, feltéve, hogy a nagyon könnyen oxidálódó alumíniumszubsztrát alkalmas előkezelésével biztosítani lehet a bevonat megfelelő tapadását és a kiépülő bevonat megkívánt jó tulajdonságait (hővezetés, elektromos vezetés, porozitás, egyenletesség, mikroszerkezet, fény stb.). A számos előkezelési recept [53] ellenére még ma is legerőteljesebben a kétszeri cinkátóztatás módszerét [54] használják a gyakorlatban. Az utóbbi pár évben laboratóriumi vizsgálataink célja a cinkátos előkezelés és néhány további előkezelési módszer hatásának tanulmányozása volt az enyhén savas és adalékoltatlan kémiai nikkelező fürdőnkől ALMg₂ típusú alumíniumötvözet szubsztrátra leválasztott nikkel-foszfor rétegek fontosabb tulajdonságaira [55, 56].

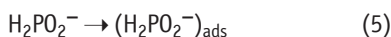
A meglehetősen összetett, felületkatalizált kémiai nikkel-foszfor leválás során szá-

mos részfolyamat eredője adja a nanostrukturált (esetenként amorf) Ni-P bevonat kiépülését a megfelelően előkészített és előkezelte szubsztrát felületén, melynek legfontosabb lépései az alábbiak.

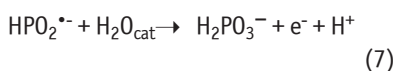
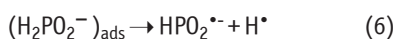
A nikkelionok foszfinátos (hipofoszfitos) redukciójának bruttó reakciója:



A Ni²⁺-ionok redukciójához az elektrontokat a foszfinátionok oxidációja szolgáltatja, aminek előfeltétele, hogy a foszfinátionok adszorbeálódnak a katalitikus hatású szubsztrát felületén, azaz:



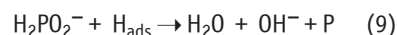
A katalitikus hatású felületen adszorbeálódott foszfinátion oxidációját pedig az alábbi részfolyamatokkal jellemezhetjük:



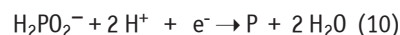
A hipofoszfit (foszfinát) $(\text{H}_2\text{PO}_2^-)_{\text{ads}}$ átalakulása tehát a P-H kötés (homolitikus) felszakadásával kezdődik, majd az így keletkező H_2PO_2^* gyök (köztitermék) általában már könnyen oxidálódik, melynek eredményeképpen ortofoszfit és hidrogéngáz keletkezik (7) és (8) reakciók/.

A hipofoszfitos kémiai nikkelleválással azonban egy fontos kísérő folyamat is együtt jár, nevezetesen az elemi foszfor le-

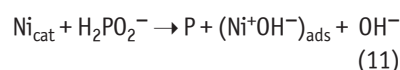
válása, mely beépül a nikkelbevonatba. (Ezért is szerencsésebb nikkel-foszfor leválásról beszélni a hipofoszfitos nikkelező fürdők alkalmazása kapcsán!) A foszforleválás történhet a katalitikus hatású felületen adszorbeálódott atomos hidrogén által:



Az ún. elektrokémiai mechanizmus szerint pedig az elemi foszfor az alábbi közvetlen katódos folyamat eredménye:



Az inkább lúgos kémiai nikkelező fürdőkben emellett még feltételezik – az ún. Cavallotti és Salvago-féle [57] mechanizmus szerint – a katalitikus hatású nikkelfelület közvetlenül is reakcióba léphet a hipofoszfittal az alábbiak szerint:



ahol a $(\text{Ni}^+\text{OH}^-)_{\text{ads}}$ jelöléssel egy, a felületen adszorbeálódott Ni(I)OH /azaz hidrolizált Ni⁺/ specieszt jelöltünk.

A kémiai (vegyi) nikkelezést alkalmazók előtt jól ismert, hogy a szubsztrát anyagának és felületállapotának a leválási folyamat kezdetén (és sokáig még utána is!) meghatározóan fontos hatása van a kiépülő bevonat számos tulajdonságára (például a tapadására, szerkezetére, porozitására stb.). Ebből a szempontból a passzív állapotú (oxidfilmmel borított felületű) alumínium aligha lehet katalitikus hatású, és amennyiben a kémiai előkezelések (pácolás/maratás) során az alumínium felülete fémesen aktívra válik, akkor pedig a nikkelnél jóval negatívabb elektródpotenciálú alumínium a vele

érintkezésbe kerülő kémiai nikkelező fürdő csaknem valamennyi komponensével (a Ni^{2+} -ionokkal, a hipofoszfít-anionnal, a $\text{H}^+/\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ specieszekkel, a komplexképző és/vagy pufferhatású adalékokkal) is kémiai reakcióba léphet. Amennyiben ennek következtében oldhatatlan vagy a felületen adszorbeáltan visszamaradó reakciótermékek keletkeznek, akkor kevésbé lehet jó minőségű Ni-P bevonat kiépülésére számítani. Az alumínium esetében tehát a megfelelő előkezelésnek nagyon nagy a jelentősége.

5.2. Alumínium (AlMg_2) szubsztrát előkezelése kémiai nikkelezéshez

A legelterjedtebben használatos cinkátózáson (1. táblázat) kívül megpróbáltunk tiszta nikkelfilm (2. táblázat) is leválasztani a tisztított és kémiai úton polírozott/maratott AlMg_2 minőségű próbalemezekre; de ezeken túlmenően egy újszerű előkezelés (3. táblázat) hatását is vizsgáltuk, mely utóbbinál semmilyen cementálható kationt nem tartalmazott az előkezelő fürdő. Összehasonlítás céljából egyes próbalemezeket közvetlenül is bevontunk Ni-P réteggel. (Ezeket a továbbiakban a Ni-P/Al jelöléssel szerepeltetjük.)

A 11. ábrán jól látható, hogy a kémiai pácolás és öblítés után cinkátózással (2-es görbe, +), illetve a meleg, hipofoszfitos áztatással (4-es görbe, o) előkezelt alumíniumlemezeknek az összehasonlító telített kalomel (SCE) elektródhoz képesti potenciálja másodpercek alatt eléri az ún. 'steady state' leválási (dep) potenciált. Ezzel szemben erre az állandósult értékre különösen a

kémiai pácolás után nyilvánvalóan többé-kevésbé aktívá vált és semmilyen előkezelést sem kapott alumíniumszubsztrát (1-es görbe) potenciálja áll be a leglassabban. Ez az indukciós periódus a csupasz felületű alumínium esetében csaknem egy teljes percig elhúzódik. A csak egy-két μm -es vastagságú Ni-P filmmel bevont darabok esetében ennek a ténynek az ennyire vékony bevonatok tulajdonságaira (például a porozitására, korrózióállóságára) is nyilvánvalóan jelentős hatása van.

A kémiai nikkelfoszfor leválás megindulásakor mégis a legnegatívabb potenciálról ($-1,2 \text{ V}_{\text{SCE}}$) a cinkátózott felületű szubsztrát (2-es görbe) potenciálja kezd el növekedni, ami arra utal, hogy az alumínium felületére cementált cink egy része kezdetben az oldatba vándorol ($\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$), és emiatt tolódi el a mintalemez potenciálja a katódos irányba. Ezt a folyamatot azonban hamarosan elfedi a kémiai nikkelleválás előrehaladása, és a potenciál hamarosan beáll a Ni^{2+} és a H_2PO_2^- ionok közötti, felületkatalitikus reakcióra jellemző ($-0,63 \text{ V}_{\text{SCE}}$ körüli) leválási potenciál értékre.

Az indukciós periódus után 30-60 perc, vagy még hosszabb idő alatt leválasztott Ni-P rétegek leválási potenciálja már jóval kevésbé különböző, vagyis hosszabb idő elteltével már csak a Ni-P bevonat továbbépülése/vastagodása a leginkább meghatározó folyamat.

5.3. Az előkezelések után képzett Ni-P rétegek jellemzése

A kémiai nikkelfoszfor bevonatok és az

1. táblázat. Erősen lúgos, cinkátos előkezelő fürdő vékony cinkfilm kialakítására az AlMg_2 ötvözet szubsztrát felületén

Nátrium-hidroxid, NaOH	400 g · dm ⁻³
Cink-szulfát, ZnSO ₄ · 7H ₂ O	120 g · dm ⁻³
Nátrium-kálium-tartarát	6 g · dm ⁻³
Hőmérséklet	293 K
Mártási/kezelési tartózkodási idő	1 min

A cinkátózással előkezelt, kémiai nikkelezett próbalemezek jelölése: **Ni-P/Zn/Al**

2. táblázat. Fluoridos (cementáló) nikkelező fürdő az AlMg_2 ötvözet szubsztrátok felületének előkezelésére

Nikkel-szulfát, NiSO ₄ · 7H ₂ O	28 g · dm ⁻³
Folsav, HF, 40%	90 g · dm ⁻³
Bórsav, H ₃ BO ₃	40 g · dm ⁻³
Hőmérséklet	293 K
Mártási/kezelési tartózkodási idő	1 min

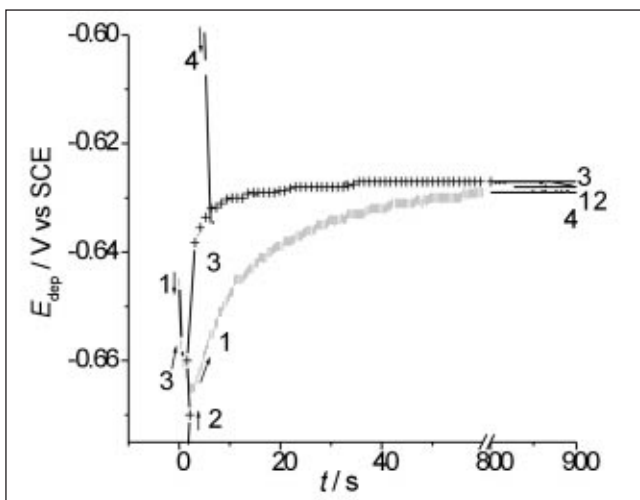
A cementálással nagyon vékony nikkelfilmel bevont, majd ezt követően kémiai nikkelezett mintalemezek jelölése:

Ni-P/Ni/Al

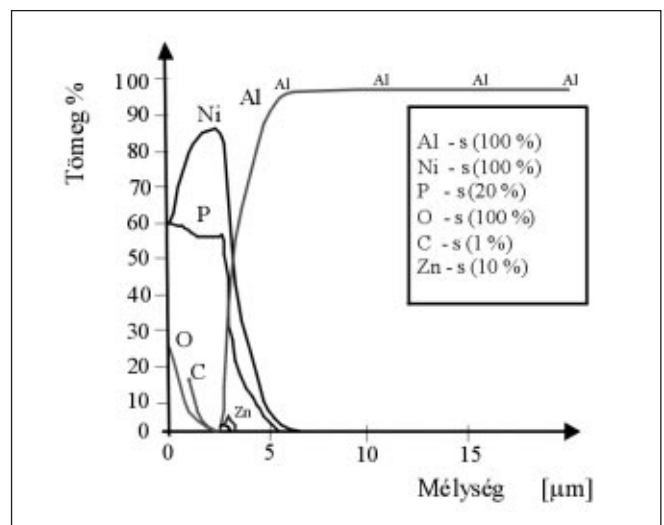
3. táblázat. Adszorpciós hipofoszfitos réteg képzésére alkalmas kezelő fürdő az AlMg_2 ötvözet szubsztrátok felületének előkezelésére

Nátrium-hipofoszfít, NaH ₂ PO ₂ · H ₂ O	30 g · dm ⁻³
Tejsav, 80%	20 cm ³ · dm ⁻³
pH	4,6
Hőmérséklet	358 K
Mártási/kezelési tartózkodási idő	5 min

A meleg hipofoszfitos fürdőben előkezelt, majd kémiai nikkelezett próbalemezek jelölése: **Ni-P/HP/Al**



11. ábra. A különféle előkezelések után, a kémiai nikkelezés közben mért E_{dep} potenciálok az idő függvényében [56]
1: Ni-P/Al; 2: Ni-P/Zn/Al; 3: Ni-P/Ni/Al; 4: Ni-P/HP/Al



12a ábra. Cinkátózással előkezelt (Ni-P/Zn/Al) alumínium próbalemez GDOES profilelemzése

alap (szubsztrát) kapcsolódásának erősségére (tapadás), és magának a bevonatnak a funkcionális szempontból fontos fizikai és kémiai jellemzőire a mélység szerinti összetétel változása (a kémiai elemi és a vegyületfázisok szerinti összetétel változása egyaránt) meghatározó hatással van. A külső határfelületről befelé hatoló ún. profilanalízis a mikrométeres nagyságrendbe eső bevonatok esetében ma már viszonylag kényelmesen elvégezhető a Glimm-kisüléssel gerjesztett plazmasugárral (GD = glow discharge) dolgozó optikai emissziós spektrometria (OES) módszerével [58]. GDOES technikát alkalmazva [59] határoztuk meg a különböző előkezelések után nikkelezett próbáink mélység szerinti összetételét a fontosabb elemekre. A 12a, b ábrán két olyan próbáról készült felvételt láthatunk, amelyek külső felületei - a rajtuk elvégzett gyorsított korróziós laboratóriumi vizsgálatok következtében - már jelentősebb mértékben oxidálódtak. A cinkózással előkezelt mintán (12a ábra) kialakított 3-4 µm-es Ni-P bevonat vastagsága láthatóan még olyan csekély, hogy agresszívabb korróziós közegben az ilyen vékony bevonatnál (elsődlegesen nyilvánvalóan az óhatatlanul meglévő kicsiny pórusokon keresztül) akár a bevonat/szubsztrát határfelületig is beszűremkedhetnek a vizes korróziós közegnek a korróziós szempontból aktív alkotói (oldott oxigén, savprotonok, hidroxidionok, kationok, anionok stb.). Agresszívabb vizes korróziós környezetben történő felhasználás esetén tehát - a kémiai nikkelezés gyakorlatának is megfelelően - legalább 15-20 µm-es vastagságú Ni-P réteget

4. táblázat. A tömegváltozás (Δm) és a keresztmetszeti csiszolatokon (SEM) mért értékek alapján meghatározott Ni-P bevonatvastagságok a különböző módon előkezelt mintáknál

	Bevonatvastagság, µm /Δm alapján/ (30 perces leválasztás)	Bevonatvastagság, µm /Δm alapján/ (60 perces leválasztás)	Bevonatvastagság, µm /SEM alapján/ (60 perces leválasztás)
Ni-P/Al	8,8	17,7	13,5
Ni-P/Zn/Al	6,4	11,9	9,2
Ni-P/Ni/Al	6,3	12,1	9,4
Ni-P/HP/Al	8,6	17,5	17,2

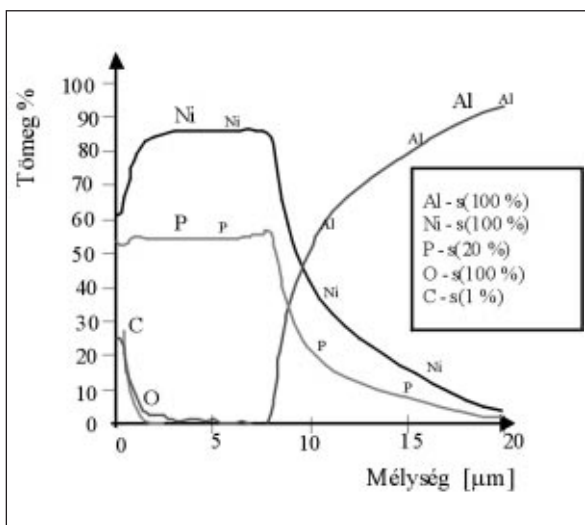
szükséges leválasztani. Az előbbinél vastagabb bevonattal nikkelezett próbalemezről készült GDOES felvételen (12b ábra) azt kívántuk szemléltetni, hogy mennyire egyenletes a vastagabb bevonattá kiépülő Ni-P rétegben a Ni és a vele együtt leváló elemi foszfor elemeloszlása.

A 12a ábrán viszont még az szembeűnő, hogy a Ni-P leválasztáshoz cinkózással előkészített alumíniumszubsztrát és a bevonat közötti határfelületen az előkezelő oldatból kicementálódott cink - a kémiai nikkelezés kezdetén észlelt beoldódás ellenére - még egyértelműen kimutatható volt, vagyis az ezzel a módszerrel előkezelt, majd Ni-P réteggel bevont darabok esetében ezzel a közbülső cinkfilm-mel egy-egy különlegesebb (pl. mikroelektronikai) felhasználás esetén számolni kell. Emellett a túlságosan vékonyan nikkelezett darabok esetén a cink határfelületi jelenléte - a rétegporozitás függvényében - a korróziós folyamatokra is hatással lehet.

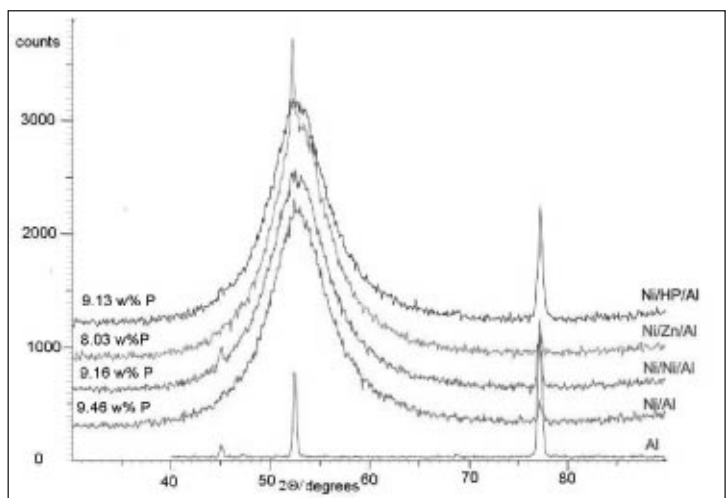
A különböző felület-előkezelési módszerek alkalmazása után 30, illetve 60 perces

leválasztással nyert Ni-P bevonatok rétegvastagságait a 4. táblázatban foglaltuk össze [55,60]. Az adatokból látható, hogy a hipofoszfitos előkezelésnek a kémiai nikkel-foszfor leválás sebességére nincs különösebb gátló/lassító hatása, ami ennek az előkezelésnek a gyakorlati alkalmazhatóságát tekintve kifejezetten előnyös, lévén maga a kémiai nikkelezés egy viszonylag lassú bevonótechnika.

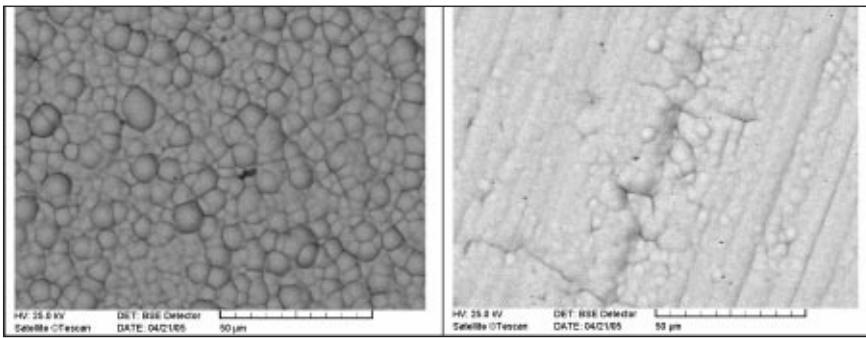
A röntgendiffrakciós méréstechnika megfelelő alkalmazásával [56,61] információt nyerhetünk mind a szubsztrát, mind a kémiai nikkel-foszfor bevonat kristályos, illetve amorf szerkezetéről. A 13. ábrán látható felvétel kiértékelése alapján megállapítható volt, hogy a diffraktogramok az amorf állapotú anyagok jellegzetes lefutású diffrakciós képét mutatják, a hosszútávú rendet nem tartalmazó szerkezet jellegzetesen széles intervallumra kiterjedő szórás-képét. Néhány diffraktogramon kristályosságra utaló csúcsok is jelentkeztek. Ezek helye azonban megegyezett a szubsztrát szerepét betöltő alumíniumlemez rácscsíktávolságainak megfelelő reflexiók helyek-



■ 12b ábra. A hipofoszfitos fürdőben előkezelt (Ni-P/HP/Al) alumínium próbalemez GDOES profilelemzése

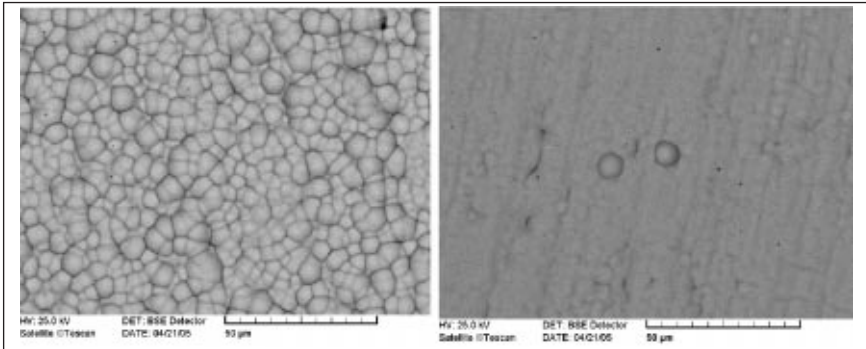


■ 13. ábra. A különböző módon előkezelt és kémiai nikkelezett alumínium mintákról készített diffraktogramok. [155] Az Al szubsztráton azonosított csúcsok rendre: Al{111}, Al{200}, Al{220}



■ **14a ábra.** A Ni-P/Al minta felülete 60 perces kémiai nikkelezés után (SEM kép)

■ **14b ábra.** A Ni-P/Zn/Al minta felülete 60 perces kémiai nikkelezés után (SEM kép)



■ **14c ábra.** A Ni-P/Ni/Al minta felülete 60 perces kémiai nikkelezés után (SEM kép)

■ **14d ábra.** A Ni-P/HP/Al minta felülete 60 perces kémiai nikkelezés után (SEM kép)

kel. Ezért elvégeztük az alumíniumlemez diffrakciós mérését is a leválasztott Ni-P réteggel nem borított részen (lásd az 'Al' jelzésű görbét!). Ezen a felvételen az ebbe a szögintervallumba eső {111}, {220} és {220} Miller-indexű síkok reflexiói láthatók. Az alumíniumlemez, mint ahogyan az várható is volt, elég erősen textúrás. Az egyébként legintenzívebb {111} sík nagyon kis intenzitású, s legerősebb a normálisan csak 30%-os {220} sík.

A leválasztott rétegről készített felvételeken jelentkező csúcsok az Al-csúcsoknak felelnek meg. Ezek tehát inkább alumíniumcsúcsok, mintsem a réteg kristályos állapotára utalók. A csúcsok különböző erőssége elsődlegesen a nem egyenletes rétegvastagsággal, és esetleg a Ni-P réteg anyagának lazább vagy tömörebb szerkezetével is összefüggésben lehet.

Az amorf réteg rendezetlen helyzetű

atomjairól kapott széles szórás eléggé elfedi a nem túl erős Al{200} csúcsot, míg a legerősebb Al{220} reflexió helyén már csak az abszorpció miatti gyengülést tapasztaljuk. Ennél a mintasorozatnál érdekes volt a vizsgált Ni/Zn/Al jelű minta viselkedése: ezen a {200} csúcs erősebbnek mutatkozott, mint a {220}. Feltehetően vagy az Al-szubsztrát lemezanyaga volt más textúrájú, vagy ebben a Ni-P bevonat rétegben kristályos fázis is volt, éppen olyan síktávolsággal, mint az alumínium {220} síkjáé.

A később készített [150,156] mintasorozatokon végzett és részletesebben kiértékelt röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a legkisebb mennyiségben (~8%) foszfort tartalmazó, cinkátos előkezelés után kémiai nikkelezett minták bevonatában néhány százalékos mértékben kristályos fázis is jelen volt, míg a nagyobb (~9,1...9,5%) foszfortartalmúaknál gya-

5. táblázat. A négyféle előkezelés után 60 percig nikkelezett mintákon mért korróziós potenciálok és korróziós sebességek enyhén savas (pH=3) vizes Na₂SO₄ oldatban szobahőmérsékleten

	ϵ_{corr} , mV	j_{corr} , $\mu\text{A cm}^{-2}$	ϵ_{corr} , mV	j_{corr} , $\mu\text{A cm}^{-2}$
	Oxigéntelenített oldatban		Átlevégőzött oldatban	
Ni-P/Al	-489±31	4,0±1	-279±35	28±14
Ni-P/Zn/Al	-415±77	3,3±1	-290±9	19±8
Ni-P/Ni/Al	-426±33	2,1±1	-291±12	8±4
Ni-P/HP/Al	-514±8	1,8±0,6	-298±10	8±4

korlatilag a mérési hibahatár tartományába eső, vagyis alig kimutatható mértékű volt a Ni-P rétegek kristályos hányada.

A kémiai nikkel-foszfor bevonatok számos alkalmazási területét tekintve az egyik legfontosabb jellemzőjük a kiválóan tartott korrózióállóságuk tényleges mértéke. Ebből a szempontból általában az amorf szerkezetű Ni-P bevonatokat tartják jobbnak. Ez a paraméter ugyanakkor egyáltalán nem függetleníthető az adott korróziós közeg/környezet tulajdonságaitól, tehát minden konkrét esetben szükséges laboratóriumi és/vagy ún. kitéti vizsgálatokkal ellenőrizni egy-egy [bevonatolt szubsztrát]/[korróziós közeg] rendszerre vonatkozó korróziós jellemzőket/mutatókat. Ilyen irányú vizsgálatokat a különböző módon előkezelt mintalemezeken elektrokémiai polarizációs módszerekkel végeztünk [56, 60]. Külső megjelenésüket tekintve jellemzően a 14a-d ábrán pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) képeken látható felületi morfológiával rendelkező próbalemezek korróziósebességét enyhén savas (pH=3) nátrium-szulfát oldatokban vizsgáltuk az anódos és a katódos polarizációs görbék, valamint az Rp polarizációs ellenállás meghatározása alapján. A korróziós potenciálokat és a j_{corr} korróziós áramokat az 5. táblázatban foglaltuk össze.

Látható, hogy az előkezelés nélkül nikkelezett alumínium, illetve a cinkátózással előkezelt és mintegy 10...17 μm -es bevonatvastagságú Ni-P réteggel borított mintalemezek korróziósebessége különösen az átlevégőzött (vagyis oldott oxigént is tartalmazó) 3-as pH-jú, vizes Na₂SO₄-os oldatokban volt nagyobb, mint a cementált nikkel filmmel (Ni-P/Ni/Al) átvont, illetve hipofoszfitos előkezeléssel (Ni-P/HP/Al) felületkezelt, majd ezen előkezelések után kémiai nikkelezett mintáké.

IRODALOMJEGYZÉK

- [53] G. Hradil: Thermally Conductive Coatings for Aluminum Hardware Metal Finishing, 97 (12), 1999. pp. 12-20.
- [54] G. Qi-L.G.J. Fokkink-K. H. Chew: Zincating morphology of aluminum pad: its influence on quality of electroless nickel bumping, Thin Solid Films 406 (2002), pp. 219-223.
- [55] Takács D.-Sziráki L.-Török T.: A kémiai nikkelréteg alkalmazása korrózióvédő bevonatként alumíniumötvezeten, Korróziós figyelő, 2005. 45 (3), 77-82.

- [56] *D. Takács–L. Sziráki–T. Török–J. Sólyom–Z. Gácsi–K. Gál-Solyomos*: Effects of pre-treatments on the corrosion properties of electroless Ni-P layers deposited on AlMg₂ alloy, *Surface and Coatings Technology*, 201 (2007) pp. 4526-4535.
- [57] *G. Salvago–P. Cavallotti*: *Plating* 59 (7) (1972) 665.
- [58] *K. Shimizu, P. Skeldon, G.E. Thompson, G.C. Wood*: GDOES depth profiling analysis of amorphous Ni-P-plated aluminium hard disks, *Surface and Interface Analysis*, 29 (2000) pp. 151-154.
- [59] *T. Asam*: A kémiai nikkelezett minták profilanalízise GDOES módszerrel, 2005.09.19. TAZ GmbH, Eurasburg, Németország
- [60] *T. Török, L. Sziráki, D. Takács*: Analysis of nickel phosphorus coatings developed after different pre-treatments on an aluminium alloy substrate, *EUROCORR* 2005, 4-8 September, Lisbon-Portugal, Conf. Proceedings in CD-ROM (10 pages)
- [61] *Sólyom J.*: A kémiai nikkelezett minták röntgendiffrakciós vizsgálata D8 Advance (Bruker AXS) berendezéssel, 2005. december 2., Fém-tani és Képlékenyalakítástani Tanszék, Miskolci Egyetem
- [62] *Veres L.*: Alumínium felületnemesítése kémiai (vegyi) nikkelezéssel, Diplomamunka, Fém-tani és Képlékenyalakítástani Tanszék, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, Miskolci Egyetem, 2006.

JOHN VAN DEN NIEUWELAAR

Skandináv piaci szereplők a székesfehérvári alumíniumiparban

A Sapa célja az alumíniumipar Toyotájává válni.



John van den Nieuwelaar a Sapa Profiles Kft. Managing Directorja Magyarországon, Ausztriában, Szlovéniában és Horvátországban. Gépészmérnöki tanulmányait követően, amelyeket az Eindhoven Műszaki Egyetemen folytatott, az Alcoa-ban kezdett dolgozni Hollandiában gépészmérnöként, később mint mérnökiroda- és karbantartás-vezető. 1993-ban az Alcoa 50,1%-os tulajdonszerzésekor érkezett a Köfém Préműbe, ugyanilyen beosztásba, majd 1995-ben termelés-vezető, 1996-ban gyáregységvezető lett. 1997-től 2000-ig az USA-ban és Olaszországban dolgozott, majd 2000-ben marketing és értékesítési vezetővé nevezték ki Közép-Európába. 2002-től újra a gyártásban dolgozik, két holland üzemet vezet, és 2005-től visszatér az általa második hazájának nevezett Magyarországra, az Alcoa Köfém Prémű Gyáregység élére. Mint mondja: „18 év munka után az alumínium préművekben még ma is mindennap kihívást látok az alumínium profilok mind szélesebb körű alkalmazásában, és egyik fő célom, hogy mindez együtt járjon az alumíniumfelhasználás növekedésével Magyarországon is”.

Székesfehérváron több mint hatvan éve sajtolnak alumíniumprofilokat. Az ígéretes műszaki környezet és munkakultúra volt az, ami a rendszerváltás után, a privatizáció időszakában felkeltette a világóriás Alcoa érdeklődését. Az Alcoa által bevezetett korszerű termelési technológiák és vállalatvezetési rendszerek biztosították, hogy a cég továbbra is meghatározó eleme legyen a magyar gazdaságnak. A globális piac és gazdaság által teremtett környezet folyamatos változtatásokra készíteti minden iparág felelős vezetőit. Ezt példázza a norvég Orkla és az amerikai Alcoa lépése, aminek eredményeként 2007 június elején – egy globális szervezetben – Sapa AB néven egyesítette az Orkla csoport tulajdonában lévő Sapa (svéd) és az Alcoa lágy ötvözetű alumíniumprofilokat termelő egységeit, felismerve, hogy az autó- és acéliparban zajló folyamatokhoz hasonlóan ebben

