

Anyagvizsgálati lehetőségek a cink-foszfátos felület-előkezelő folyamatok technológiai ellenőrzésére

Herbáth Beáta^a, Kovács Kristóf^b

^aBPW-Hungária Kft., Szombathely

PhD hallgató, Pannon Egyetem Mérnöki Kar, Vegyészmérnöki- és Anyagtudományok Doktori Iskola,
herbathbea@gmail.com

^bPannon Egyetem Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, egyetemi docens,
kris@almos.uni-pannon.hu

Absztrakt

A mezőgazdasági gépek festés előtti foszfátos eljárása során a kezelt fém felületeken 1-2 mikrométer vékony, mikrokristályos cink-foszfát réteg keletkezik, ez a közbenső konverziós réteg szolgál a szerves (festék) bevonatok tapadásának és korrózióállóságának növelésére. Ebben a cikkben a cink-foszfát bevonatok vizsgálatait mutatjuk be különböző összetételű és felületű mintalemezekon. A roncsolásmentes vizsgálatok eredményei tartalmazzák a felületi hibahelyek képeit, a hibahelyek struktúráját és összetételét, illetve az optikai emissziós spektrometriával (OES), a pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM), röntgen mikroanalízissel (EDS), illetve a digitális fénymikroszkóppal (LM) mért adatokat. Azokat a vizsgálati módszereket mutatjuk be, amelyek jelen vannak a legtöbb járműgyártónál, vagy könnyen elérhetők külső laboratóriumban.

Abstract

Prior to painting of agricultural machinery, a thin (1-2 micrometres) microcrystalline zinc phosphate layer is formed on the treated metal surfaces. This intermediate conversion layer increases the adhesion and corrosion resistance of organic (paint) coatings. This paper discusses investigation zinc phosphate coatings on sample plates of different compositions and surfaces. Results of non-destructive studies include images of surface defects, structure and composition defects and other data obtained by optical emission spectrometry (OES) by scanning electron microscopy (SEM) X-ray microanalysis (EDS) and digital light microscopy (LM). These test methods are provided by most vehicle manufacturers or are readily accessible in external laboratories.

Kulcsszavak

felület-előkezelés, cink-foszfát, kristályszerkezet, pásztázó elektronmikroszkóp, optikai emissziós spektroszkópia

Keywords

surface pre-treatment, zinc-phosphate, crystal structure, scanning electron microscope, optical emission spectroscopy,

1. Bevezetés

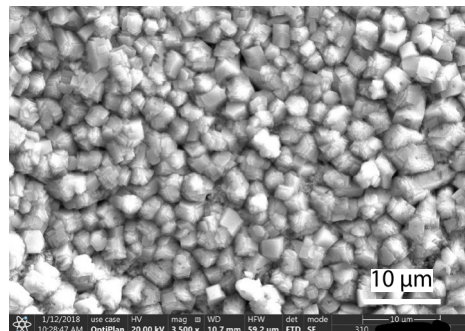
Napjainkban a járműgyártás területén már nemcsak a személygépjárművek esetében lényeges a fémfelületek korróziógátló bevonatolása, hanem a tehergépjárművek és a mezőgazdasági járművek esetében is. A mezőgazdasági gépek és alkatrészek festés előtti felület-előkezelési technológiája az elmúlt években már felzárkózott az autógyártásban elvárt minőségi elvárásokhoz. A festésre kerülő munkadarabok esetében a mechanikai és kémiai felülettisztításon kívül a fémfelületeket vékony foszfátréteggel kell bevonni, amelyhez a végleges bevonatot képező festékrétegek jól tapadnak. A festés előtti eljárás során, a kezelt felületen 1-2 mikrométer vékony, mikrokristályos cink-foszfát réteg keletkezik, ez a közbenső konverziós réteg szolgál a szerves (festék) bevonatok tapadásának és korrózióállóságának növelésére. A cink-foszfát rétegek matt szürkés-sötétszürkés színűek, a kristályokkal borított fémfelület kb. 5-6-szorosa a sima fémfelületnek.

A szabályozott foszfátos technológiai folyamat meghatározott működési ablakain belül, a különböző összetételű és felületi tulajdonságú fémfelületeken a konverziós bevonat tulajdonságai eltérőek lesznek, így változnak a végső, többrétegű bevonat korrózióállósági tulajdonságai is. Az egyenes bevonatminőség biztosítása érdekében a cink-foszfátos folyamatban létrehozott kristályos konverziós bevonatot és az alapfémeket is vizsgálni szükséges. A foszfátos folyamat során készített mintalemezek vagy mintadarabok vizsgálatai között szerepelhetnek kémiai analitikai vizsgálatok, roncsolásos és roncsolásmentes anyagvizsgálatok, hordozható optikai emissziós spektrométerrel (OES) végzett anyagösszetétel mérések, digitális

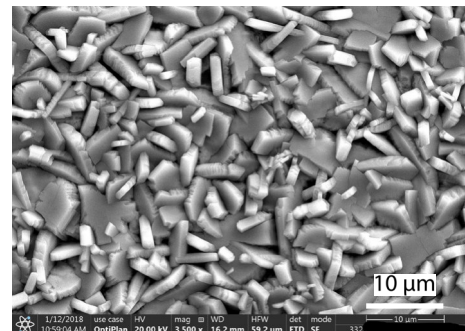
fénymikroszkópos (LM) vizsgálatok, valamint pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) és a hozzá csatlakoztatott energiadiszperzív röntgenanalizátorral (EDS) végzett vizsgálatok. A leképező módszerekkel azonosított kristálystruktúrák, felületi hibahelyek, a hibahelyek szerkezete és összetétele nélkülözhetetlen információt ad a felület-előkezelési folyamatok beállításához.

2. Elektronmikroszkópos mikroanalízis vizsgálatok

Az elektronmikroszkópokban az elektronsugár és az anyag között létrejövő kölcsönhatások olyan jelek kibocsátását is eredményezik, amelyek nem csupán a képalkotást teszik lehetővé, de a minta jellemzőiről is fontos információkkal szolgálnak. A **pásztázó elektronmikroszkóp (SEM)** képalkotási elve a pásztázáson alapul, pontról-pontra haladva folyamatosan képezi le a minta felületét egy fókuszált elektronnalábbal és a mintából kilépő szekunder elektronokkal, vagy a mintából származó egyéb jelekkel (pl.: visszaszórt elektronokkal, röntgensugárással) a számítógép képernyőjén sorról sorra, pontról pontra megjeleníti meg a képet. A legtöbb pásztázó elektronmikroszkóp fel van szerelve elektronsugaras mikroanalízisre alkalmas röntgenspektrométerrel, így a pontos morfológiai, mikroszerkezeti azonosítással együtt jól alkalmazhatók fémminták finomabb szerkezetének és összetételének tanulmányozására. A pásztázó elektronmikroszkópokban az elektronsugár és az anyag között létrejövő kölcsönhatások olyan másodlagos jelek kibocsátását is eredményezik, amelyek nem csupán az anyag belső és felszíni szerkezetéről történő képalkotást, de annak kémiai jellemzőiről is fontos információkat hordoznak. A legkiterjedtebben és a leghasznosabban a karakterisztikus röntgensugárzás használható analitikai célokra, az anyag elemi összetételének vizsgálatára. A karakterisztikus röntgensugárzás az elektronhéjak közötti elektronátmenetet követő energiakibocsátás egyik formája, spektruma a kibocsátó elemre jellemző. Ezen túlmenően a **visszaszórt elektronok** is használhatóak anyagvizsgálati célokra, mivel a fémek és fémötvözetek elektronvisszaverő-képessége az elemek rendszámától függ, azzal bizonyos arányosságot mutat. A nagy rendszámú elemekben dús felület világosabban jelenik meg



1. ábra: Mártó rendszerű folyamat kristályképe (SEM)



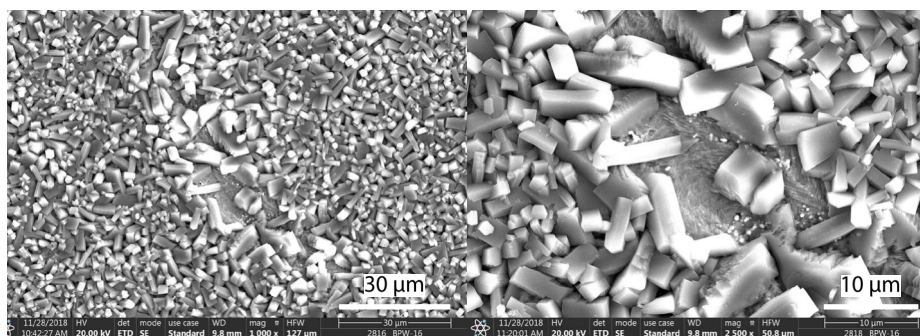
2. ábra: Szóró rendszerű folyamat kristályképe (SEM)

a kisebb rendszámú elemekből álló területekhez képest [1].

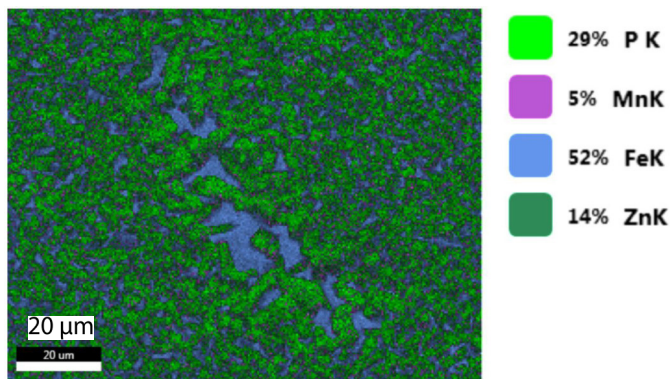
A cikkben szereplő SEM felvételek ThermoFisher/FEI Apreo pásztázó elektronmikroszkóppal készültek.

A fémfelületek cink-foszfát réteggel történő bevonása történhet a munkadarab cink-foszfátoldatba mártásával vagy a cink-foszfátoldattal történő szórásával. A két eljárás során különböző struktúrájú és összetételű kristályos réteg alakul ki a fémfelületen. Az 1. ábrán a mártó rendszerű előkezeléssel, a 2. ábrán a szóró rendszerű előkezeléssel kialakított cink-foszfát réteg pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvétele látható.

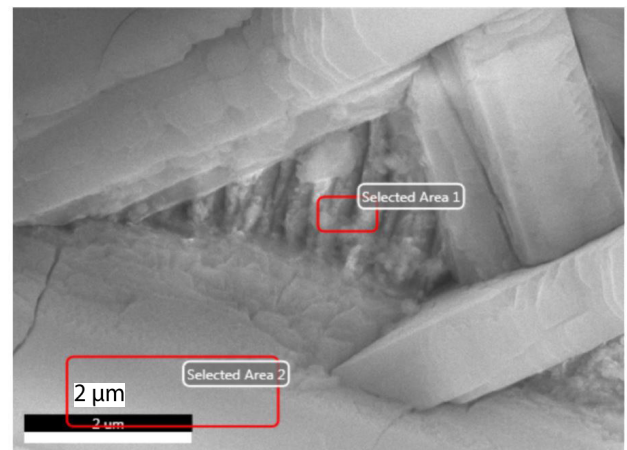
Ha a fémfelületek kémiai felület-előkészítése (felület zsírtalanítása, felület aktiválása) nem megfelelő, a cink-foszfát réteg nem fed be egyenletesen az alapfém felületét vagy a kristályok alakja szabálytalan lesz. **Pásztázó elektronmikroszkópos (SEM)** felvételeken (3.ábra) a hibahelyek jól láthatóan megjelennek.



3. ábra: Hiányos fedettségű kristálykép SEM felvételei



4. ábra: Elemeloszlási térkép a hiányos részen



5. ábra: A rendellenes kristályok két különböző kristálystruktúrával

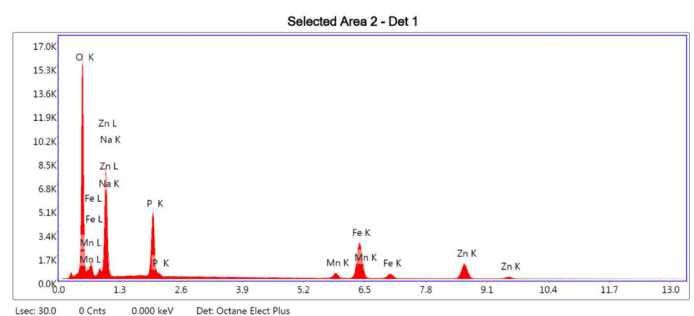
A SEM felvételeken látható hibahelyekről és környezetükről készült **elemeloszlási térkép** (4. ábra) (leképezés szűk energiaablakban beérkező röntgenfotonokkal) a hibahelyek elemi összetételét is megadja.

A SEM felvételeken látható különböző struktúrájú cink-foszfát kristályok és környezetük mikroanalitikai összetétele a pásztázó elektron-mikroszkóphoz (SEM) csatlakoztatott energiadiszipatív spektroszkópiás (EDS) vizsgálattal meghatározható (5. ábra). A szabályos kristályképet mutató területen az összetételi eredmények (6. ábra) a cink-foszfát bevonat összetevőit (Zn/Fe/Mn/P/O) tartalmazzák.

A rendellenes kristályok melletti területen az összetételi eredmények (7. ábra) az alapfém (Fe) jelenlétét mutatják ~96%-ban. A mérési eredmények szerint ezen a helyen csak egy nagyon vékony cink-foszfát réteg fedi az alapfémeket, így a későbbiekben a korróziós folyamat ezen a helyen gyorsabb és erőteljesebb lesz.

3. Röntgendiffrakciós vizsgálatok

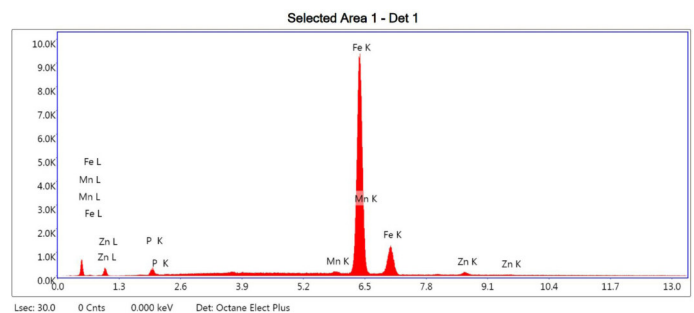
A röntgendiffrakciós (XRD) roncsolásmentes analitikai módszer, a fázisösszetétel minőségi és mennyiségi meghatározására alkalmas. Különböző röntgendiffrakciós módszerek léteznek kristályos és amorf anyagok, folyadékok vizsgálatára. Kristályos anyagok esetében – ami a leggyakoribb alkalmazás – az ún. egykristály- és pordiffrakciós módszereket használjuk. A szilárd minták fázisösszetételének meghatározásához a besugárzott térfogatban nagyszámú, véletlenszerűen orientált kristályszemcse szükséges. A kristályos fázisok (kristályos vegyületek) a Bragg-törvény alapján a kristálysíkokról visszaverődő röntgensugárzás diffrakciójával kialakuló, és a kristályos vegyületekre jellemző, jellegzetes diffrakciós kép alapján azonosíthatók. Kristályos szerkezetű anyagról készült röntgendiffraktogramon a vonalak helyét és a relatív intenzitásukat a vizsgált



oZAF Smart Quant Results

| Element | Weight % | Atomic % | Error % |
|---------|----------|----------|---------|
| O K | 44.67 | 71.43 | 6.94 |
| NaK | 0.00 | 0.00 | 99.99 |
| P K | 12.27 | 10.13 | 4.99 |
| MnK | 2.27 | 1.06 | 7.21 |
| FeK | 21.34 | 9.78 | 2.44 |
| ZnK | 19.45 | 7.61 | 3.22 |

6. ábra: EDS eredmények (Area2)

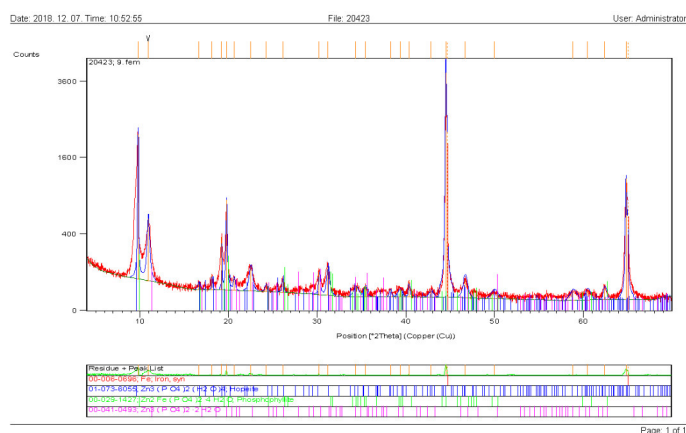


oZAF Smart Quant Results

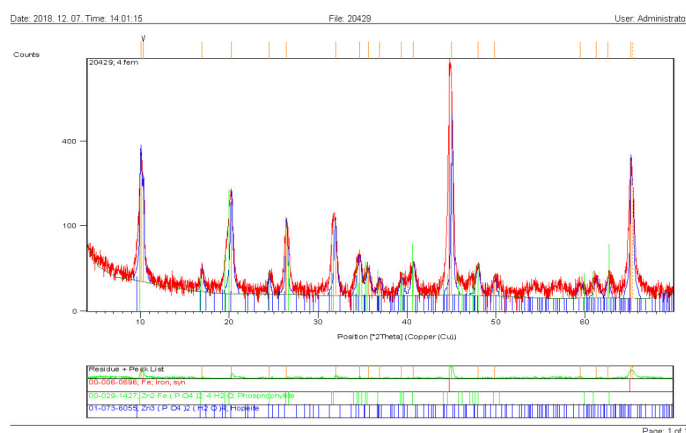
| Element | Weight % | Atomic % | Error % |
|---------|----------|----------|---------|
| P K | 0.35 | 0.63 | 21.53 |
| MnK | 0.97 | 0.98 | 18.74 |
| FeK | 96.34 | 96.39 | 1.66 |
| ZnK | 2.34 | 2.00 | 16.76 |

7. ábra: EDS eredmények (Area1)

anyag kristályszerkezete határozza meg. A röntgendiffraktogram a kristályos fázisokra más és más, a fázisok azonosításához a röntgendiffrakciós felvételt egy referencia adatbázissal hasonlítjuk össze [2, 3].



8. ábra: Röntgendiffraktogram a szabályos kristályokkal fedett fémfelületen lévő cink-foszfát rétegről (piros-ferrit, zöld-foszfofillit, kék-hopeit)



9. ábra: Röntgendiffraktogram a szabálytalan kristályokkal, hiányosan fedett fémfelületen lévő cink-foszfát rétegről (piros-ferrit, zöld-foszfofillit, kék-hopeit)

Foszfátózott mintalemezek felületi bevonatának vizsgálata röntgendiffrakcióval

A foszfát réteg összetétele befolyásolja a végső bevonat korrózióállósági fokát. A foszfátosítási reakcióban törekedni kell a foszfofillit ($Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$) minél nagyobb jelenlétére a bevonatban, mivel a hopeit ($Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$) könnyebben oldódik a későbbi elektroforetikus festés során [4]. A 8. ábrán látható a szabályos kristályokkal fedett fémfelület, a 9. ábrán a hiányosan fedett fémfelület röntgendiffraktogram képei.

A röntgendiffrakciós vizsgálat alapján az alapfém (ferrit fázisa) minden felvételen jól látható, míg a bevonatok fázisalkotói a foszfofillit ($Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$), a hopeit ($Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$). Az azonosítás röntgenkártyái: a ferrit fázisnál a PDF6-696, a foszfofillitnél a PDF29-1427, a hopeitnél PDF1-73-6055. Amíg a szabályos kristályokkal fedett részen a mennyiségi összetétel megfelelő, addig a hiányosan fedett részen a ferrit jelenléte jelentős a többi fázisalkotóhoz képest. Megállapítható, hogy a szabálytalan kristályok környezetében az alapfém nem védi megfelelő összetételű és vastagságú cink-foszfát réteg a korrózió hatásaitól.

1. táblázat: Mintalemezek EDS mérési eredményei

| S420MC nyers lemez | | | | S420MC homokszórt lemez | | | | S420MC szemcseszórt lemez | | | |
|--------------------|---------|--------|--------|-------------------------|---------|--------|--------|---------------------------|---------|--------|--------|
| Elem | Tömeg % | Atom % | Hiba % | Elem | Tömeg % | Atom % | Hiba % | Elem | Tömeg % | Atom % | Hiba % |
| C K | 4,27 | 10,78 | 12,8 | C K | 3,02 | 8,68 | 18,17 | C K | 2,21 | 8,39 | 18,34 |
| O K | 27,47 | 52,09 | 6,59 | O K | 16,15 | 34,8 | 7,68 | O K | 5,69 | 16,23 | 8,17 |
| Si K | 0,05 | 0,05 | 73,83 | Mg K | 0,36 | 0,51 | 33,43 | Al K | 0,08 | 0,13 | 79,32 |
| Mn K | 0,41 | 0,22 | 29,8 | Al K | 1,46 | 1,86 | 11,83 | Si K | 0,12 | 0,2 | 65,28 |
| Fe K | 67,81 | 36,85 | 1,91 | Si K | 8,49 | 10,42 | 7,02 | Cr K | 0,49 | 0,43 | 23,2 |
| | | | | K K | 0,14 | 0,12 | 61,26 | Mn K | 0,91 | 0,75 | 18,4 |
| | | | | Ca K | 0,56 | 0,48 | 16,73 | Fe K | 90,5 | 73,87 | 1,75 |
| | | | | Mn K | 0,89 | 0,56 | 16,29 | | | | |
| | | | | Fe K | 68,94 | 42,57 | 1,83 | | | | |

4. Optikai emissziós vizsgálat

Az optikai emissziós spektrométerek (OES) szilárd halmazállapotú fémek kémiai összetételének gyors mennyiségi meghatározására szolgálnak. A szikra/ív gerjesztéses optikai emissziós fémelemző spektrométerek analitikai feladatokhoz, ötvözet azonosításához használhatók, és nem csak a tömbi elemösszetétel, de a felületi rétegek összetételének mélység szerinti meghatározására is alkalmasak. Az elektroforetikus festési eljárásoknál a festékréteg csak vezetőképes felületen válik le, ezért hasznos lehet az **alulfémek összetételének** vizsgálata hordozható emissziós spektrométerrel (OES) a SEM berendezésekhez kapcsolt energiadisziperzív spektroszkópiás (EDS) vizsgálatok mellett.

Mindkét módszerrel lehet elemezni a nem vezető elemek jelenlétét és mennyiségét, azonban a két mérés eredménye kétféle mérési módszer közti különbségből fakadóan eltér. A 1. táblázat és a 2. táblázat mérési eredményei mutatják a két mérési módszer közötti különbséget. Amíg az EDS a fém közvetlen felületén mér, így az oxidok vagy a felületen megtapadt szennyeződések (pl.

2. táblázat: S420MC mintalemez szikragerjesztésű OES mérési eredményei

| | Kémiai összetétel [tömeg %] | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|
| | Fe | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Al |
| 1. | 98,8 | 0,075 | 0,0118 | 0,96 | <0,0040 | 0,0048 | 0,0287 | <0,0040 | 0,0068 | 0,0405 |
| 2. | 98,8 | 0,0764 | 0,0152 | 0,969 | <0,0040 | 0,0052 | 0,0289 | <0,0040 | 0,0100 | 0,0413 |
| 3. | 98,8 | 0,0759 | 0,0083 | 0,977 | <0,0040 | 0,0054 | 0,0288 | <0,0040 | 0,0053 | 0,0393 |
| átlag | 98,8 | 0,0758 | 0,0118 | 0,969 | <0,0040 | 0,0051 | 0,0288 | <0,0040 | 0,0074 | 0,0404 |

szilícium a homokszórás után) megjelennek a mérési eredményekben, míg az OES az anyag tényleges anyagösszetételt méri. A 3. táblázat adatainak összehasonlításakor megállapítható, hogy az OES mérési eredmények értékei tükrözik az alapfém specifikációjában megadott értékeket. Az EDS mérésekben látható egyéb elemek (pl. Al, Ca, Na) a szóróhomok természetes szennyezőinek (földpátok: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – KAlSi_3O_8 – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; mész: CaCO_3 ; dolomit: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; egyéb: Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; $\text{CaO} + \text{MgO}$; Na_2O ; K_2O) maradványai lehetnek homokszórt felület esetén, illetve a szórószemcse összetevőiből (0,5-1,2 % Mn, min. 0,4 % Si) kerülhetek a felületre szemcseszórt felület esetén.

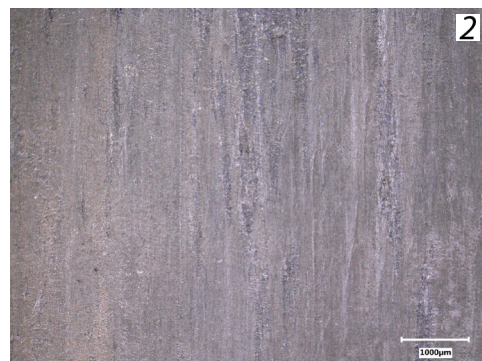
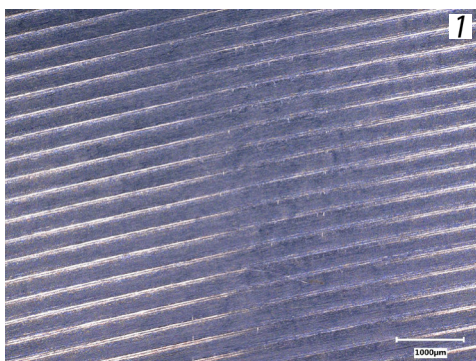
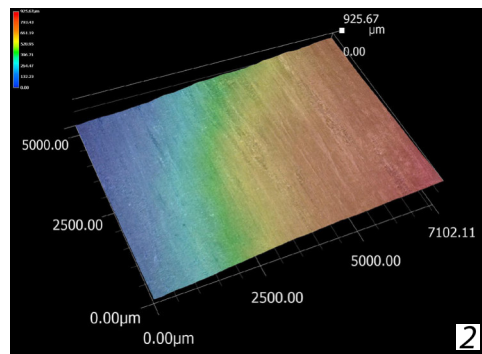
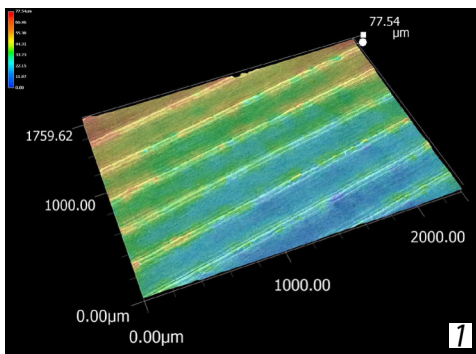
Digitális fénymikroszkóppal végzett vizsgálatok (LM)

A digitális mikroszkópok megfigyelési, képrögzítési és mérési funkciókkal is rendelkeznek. A hagyományos képképző és mérőrendszerekhez képest több információt nyújtanak, nagy mélységű képek készítésére is alkalmasak. A képek alapján a 2D mérések, valamint a 3D képekből profil-

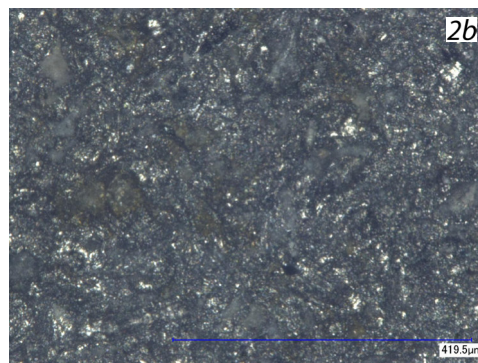
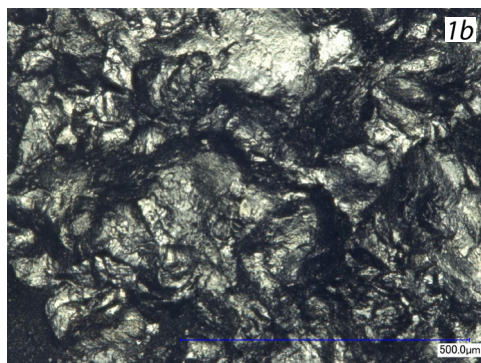
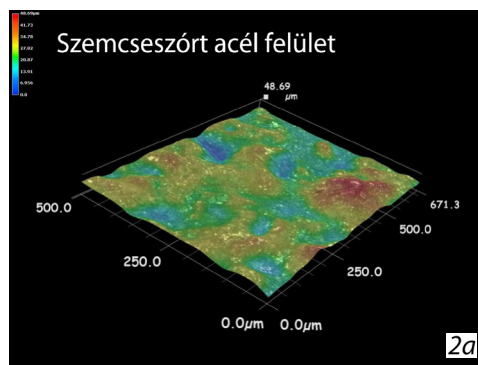
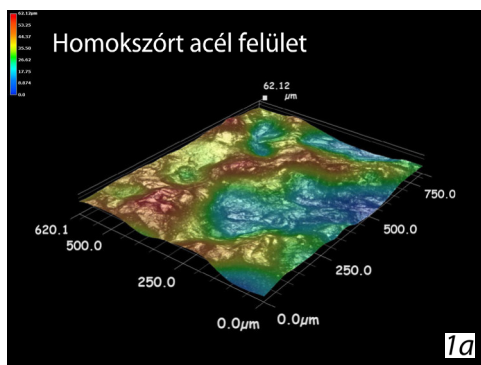
3. táblázat: S420MC mintalemez szikragerjesztésű OES mérési eredményeinek és az anyagspecifikáció szerinti összetételének összehasonlítása

| Átlagos kémiai összetétel specifikáció szerint | | | | | | |
|--|--------|-------|---------|--------|--------|-------|
| C | Si | Mn | P | S | Al | Ti |
| max.% | max.% | max.% | max.% | max.% | min.% | max.% |
| 0,1 | 0,03 | 1,5 | 0,025 | 0,01 | 0,015 | 0,15 |
| Kémiai összetétel OES mérés szerint [tömeg %] | | | | | | |
| C | Si | Mn | P | S | Al | Ti |
| 0,0758 | 0,0118 | 0,969 | <0,0040 | 0,0051 | 0,0404 | - |

magasság- és mennyiségi adatok is szereshetők. A 10. ábrán egy kovácsolt alumínium munkadarab megmunkált és nyers (kovácsolt) része látható, a két alapfelület más tulajdonságokat mutat a foszfátoszási reakció során. A határfelületeken lejátszódó reakciók miatt az acél felületek mechanikai felületelőkészítése befolyásolja a felületen kialakuló cink-foszfát réteg kristálystruktúráját, így a bevonat későbbi tulajdonságait is. A felületi struktúra ismeretében a foszfátoszási folyamat paramétereit (szabadsav, gyorsító tartalom) változtatni szükséges. A LM 2D és 3D felvételeket (10-11. ábrák) KEYENCE WHX J20T digitális fénymikroszkóppal készítettük.



10. ábra: Kovácsolt alumínium megmunkált (1) és kovácsolt (2) részének LM vizsgálata



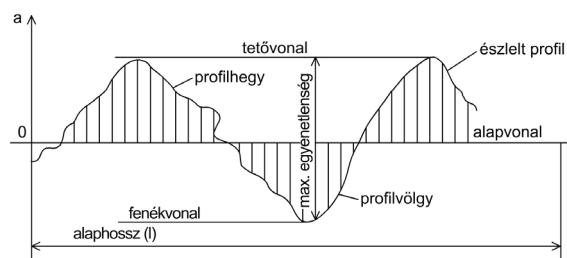
11. ábra: Homokszórt (1) és szemcseszórt (2) S420 MC acél felületi struktúrájának különbözősége: a) LM 3D felvételeken, b) LM 2D felvételeken

5. Felületi érdesség mérése

A módszer méri a csúcsok-völgyek magasságát (12. ábra) és megadja a mérési hosszon észlelt csúcsok gyakoriságát is (meghatározott távolságon mért a csúcsok-völgyek átlaga).

A védőbevonatok alkalmazása előtt az acélfelületeket gyakran koptató hatással (szemcseszórás, homokszórás) tisztítják. Ez a folyamat eltávolítja a korábbi bevonatokat, oxidokat, revét, megmunkálás során a felületre került szennyeződések, hegesztési fröcsöket, szilikátot és érdesíti a felületet, hogy javítsa a bevonat tapadását. Az acélfelület mechanikai felület-előkészítése után véletlenszerű szabálytalanságok, csúcsok és völgyek alakulnak ki a felületen. Azok a műszerek, amelyek nagy pontossággal tudják mérni ezt a profilt, mint például az elektronmikroszkópok vagy a tapintótűs felületi érdességmérők (profilometriás felületi érdességmérés), általában csak laboratóriumi használatra alkalmasak.

A festett bevonatok tervezésekor és kivitelezésekor azonban lényeges alapinformáció a felület érdessége. A felületi érdesség növelése összefügg a bevonati szerkezet finomságának növekedésével. Ha nagyobb a felületi érdesség, nagyobb az egységnyi rétegtömegre számított felület, és a határfelületen lejátszódó reakciók miatt – a foszfátózás során – a savas marás hatása erőteljesebb. Az egyenletes




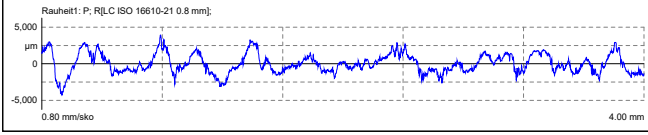
12. ábra: Felületi érdesség értelmezése [6]

konverziós rétegen egyenletes alapozott réteg alakul ki, főleg az elektroforetikus festési eljárások esetén.

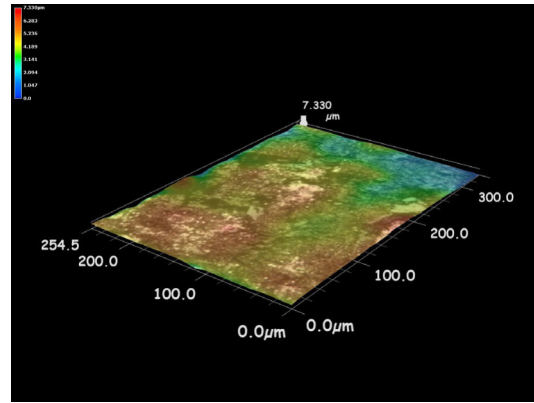
Az alapfém felületi érdességét a laboratóriumban használt, letapogató tűvel vizsgáló, telepített felületi érdességmérővel mérve megadható a bevonat tervezéséhez szükséges információ, mint a vizsgált fém átlagos érdessége (R_a), egyenletlenség magassága (R_z) és annak maximális értéke ($R_{z,max}$). A 13. ábrán a nyers S420MC acél érdességmérési jegyzőkönyve látható.

A mérést MAHR/MarTalk Drive Unit GD 25 / letapogató tű: MFW-250:1 felületi érdességmérő készülékkel, a DIN EN ISO 4287 szabvány szerint végeztük.

A mintalemezek felületi érdessége, illetve felületi struktúrája nyers és foszfátózott állapotban is vizsgálható és összehasonlítható (LM) digitális fénymikroszkóppal 2D és 3D képképzéssel. A különböző érdességű részek a színek segítségével

| | | | | |
|---|------------------------------|--------------------|------------------------------------|---|
|  | | MarWin 11.50-03 | QE érdesség Feladat: "Érdesség" | 2019.09.25. 1 10:04:25 Vizsgáló: Herbáth Beáta Aláírás: |
| Darab: | Rajzsám: | Móveletlépcső: | | |
| S420MC acéllemez nyers | BPW-Hungária Kft., mérőszoba | | Herbáth Beáta | |
| Megjegyzés: | | | | |
| Mérőkészülék: | MarTalk | Lt: | 5.60 mm | |
| Előtoló: | DriveUnit.GD 25 | Ls: | 2.50 µm | |
| Tapintó: | MFW-250:1 (#196851854) 1.5 % | VB: | +/-250.0 µm | |
| | | Vt: | 0.50 mm/s | |
| | | Pontok: | 11200 | |
| Rauheit: P; R(LC ISO 16610-21 0.8 mm);  | | | | |
| Érdességi jellemzők – Rauheit: P; R(LC ISO 16610-21 0.8 mm); Rz 6,0433 µm 0,0000 0,0000 | | | | |

13. ábra: Felületi érdességmérés vizsgálati jegyzőkönyve letapogató túvel végzett vizsgálatról

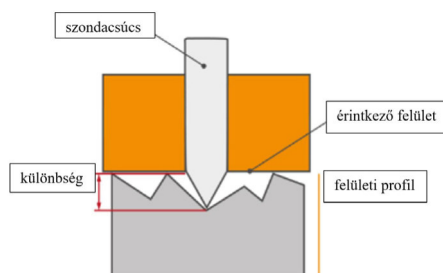


14. ábra: LM 3D felvétel a mintalemez felületi érdességéről

vizualizálhatók. A 14. ábrán látható LM 3D felvétel a 13. ábrán látható mérési jegyzőkönyvben szereplő nyers acéllemez mérési képe. A két mérési eredmény között a felület-előkezelés szempontjából nincsen lényeges különbség.

6. Felületi profil mérése

A mérés terjedelme a felületi profilon a csúcsok tetejétől a völgyek aljáig terjed (15. ábra). Különösen hasznos abban az esetben ez a mérési módszer, ha a munkadarab mérete a laboratóriumi tapintótűs mérést nem teszi lehetővé – a felület mikrogeometriája ellenőrizhető kézi felületi profil mérő készülékkel, amelynek mérőszondájával, több ponton kapott mérési eredményeiből közelítő pontossággal a felületi érdesség is megadható. A felületprofil-mérők a felület profilmagasságának mérésére használhatók. A felületi profil mértéke befolyásolja a bevonat tulajdonságát és befolyásolja a tapadást, az alapfém fedettségét és a használt bevonatok szükséges vastagságát. Ha a felületi profil túl nagy, a szükséges bevonat mennyisége nő, különben fennáll annak a veszélye, hogy a csúcsok bevonat nélkül maradnak – lehetővé téve a rozsdafoltok bekövetkeztét. Ha a felületi profil túl kicsi, előfordulhat, hogy nincs elegendő felület a megfelelő tapadáshoz, ami idő előtti bevonat leváláshoz vezet.



15. ábra: Felületi profil értelmezése

7. Összefoglalás

Általános vélemény a foszfátosító eljárásokat alkalmazó vállalkozásoknál, hogy a foszfátosítási folyamat a kémiai-analitikai vizsgálatokkal kézben tartható. Azonban a korrózióvédő bevonat tervezésekor figyelembe kell venni a használt acél- és vas alapanyagok fizikai és kémiai jellemzőit, a bevonaton kívánt felületek megmunkálások (forgácsolás, hegesztés, felülettisztítás és érdesítés stb.) utáni fizikai és mechanikai tulajdonságait, mivel ezek mind befolyással vannak a felületen kialakuló bevonat tulajdonságaira [5]. A leggyakrabban használt roncsolásmentes vizsgálatokat mutattuk be, fókuszálva az ipari körülményekre és azokra a mérési módszerekre, amelyek laboratóriumi körülményeken kívül is használhatók.

Irodalomjegyzék

- [1] Pozsgai I: Képalpalkotás, kémiai analízis és szerkezeti vizsgálat a korszerű pásztázó elektronmikroszkópban. TYPOTEX Kiadó, Budapest, 2016, ISBN 978 963 279 908 7/ ISSN 1788-2494
- [2] J. M. Schultz: Az anyagvizsgálat diffrakciós módszerei. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987, ISBN 963 10 6854 4
- [3] D. Brandon and W. D. Kaplan: Microstructural Characterization of Materials. WILEY, England, 2008, ISBN 978 0 470 02785 1
- [4] Dr. W. Rausch: Die Phosphatierung von Metallen. EUGEN G. LEUZE VERLAG, Bad Saulgau, Germany, 2005, ISBN 3-87480-197-7
- [5] S. Lohmeyer: Phosphatierfehler aus Zink-und Alkaliphosphatierungen. EUGEN G. LEUZE VERLAG, Saulgau/Würth, Germany, 1993, ISBN 3-87480-086-5
- [6] Felületi érdesség és jelölése: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/muszaki-alapismeretek/felületi-erdesség/felületi-erdesség-es-jelölése>