

Alumínium félkésztermékek felületén megjelenő elszíneződés detektálása és mértékének mérése

Bubonyi Tamás, Barkóczy Péter

Miskolci Egyetem, Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet

Kivonat

Alumínium félkész termékek felületén több esetben talákoztunk barnás elszíneződéssel, ami foltok formájában volt észlelhető. Ez adott esetekben reklamációs folyamathoz is vezetett. Azonban a foltosság leírása, jellemzése szubjektív. Sokkal egyértelműbb, ha sikerül számokban leírni a foltosságot. Erre a foltok színhőmérsékletét használtuk ki. Minél erősebb a foltosság, annál sötétebbek a foltok. Munkánkban ezt vizsgáltuk egy színszenzorral és egy kamerával. Mind a két esetben sikerült megfelelően detektálni a foltokat, és különbséget tenni a foltos és a folt nélküli felület között. Cikkünkben ezen eredményeinket mutatjuk be részletesebben.

Bevezetés

Kohászati préselt, kovácsolt, húzott és hengerelt alumínium félkész termékekkel szemben támasztott követelmény, hogy felületük sérülésmentes, lehetőleg a vevő rendelésének megfelelően fényes vagy matt egyöntetű legyen. Azonban több esetben előfordul, hogy magas hőmérsékletű technológiai lépés után, vagy hosszabb idejű raktározás után a felületen barnás, néha fehér elszíneződés keletkezik. Ez az elszíneződés foltokban, hol erősebben, hol szinte alig észrevehetően megjelenik.

Több termék felületén észlelt elszíneződést vizsgáltunk SEM-EDS elemzéssel és XRD elemzéssel. Mindegyik esetben ugyanarra az eredményre jutottunk. Minden esetben a felületen megnövekedett karbon és oxigén koncentrációt mértünk (1. ábra). XRD vizsgálatok kimutatták, hogy az oxigén mennyisége a megvastagodott Al_2O_3 réteg miatt növekszik meg. A barnás elszíneződést a benne maradó karbon okozza.

A karbon megjelenése a technológiai folyamatokban alkalmazott kenőanyagra vezethető vissza. Annak is azon részére, ami a felületen visszamarad. Erre a példaként bemutatott húzott huzal felületén megjelenő folt SEM-EDS elemzése ad bizonyítékot, ahol mind a kén, mind a szilícium megtalálható ugyancsak a húzáshoz alkalmazott kenőanyagban.

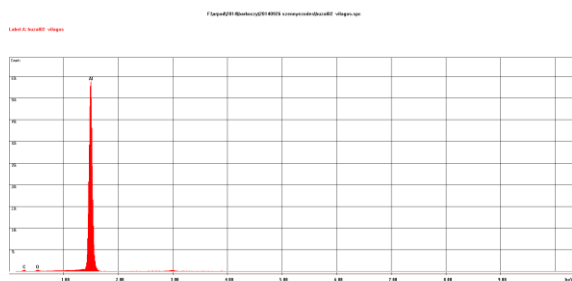
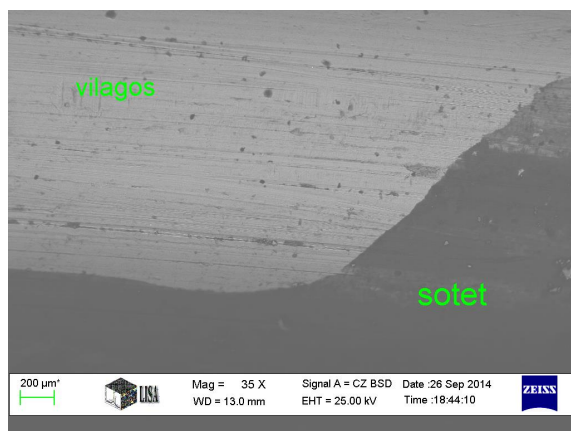
Mint elszíneződés és folt a felületen problémát okoz, így reklamációs folyamat tárgya lehet, ahol mind a folt számszerűsítése, mind egy elfogadási kritérium megfogalmazása fontos. Amennyiben persze a folt nagyon markáns, és jelenléte egyértelmű, ez nem kérdés. Amennyiben azonban vitatott, ott szükséges mérőszám kidolgozása. Példaként vázolt húzott huzal esetében az EN 50182 szabvány a „szokásos kereskedelmi gyakorlat”-ot fogalmazza meg, mint elfogadási kritérium, ami erősen szubjektív jellemzés.

Emiatt igyekeztünk kidolgozni olyan módszert, amit alkalmazva a foltosság minősíthető, számokba foglalható. Ehhez kihasználtuk, hogy a foltok, és az alumínium termékek folt nélküli felületének színe eltér.

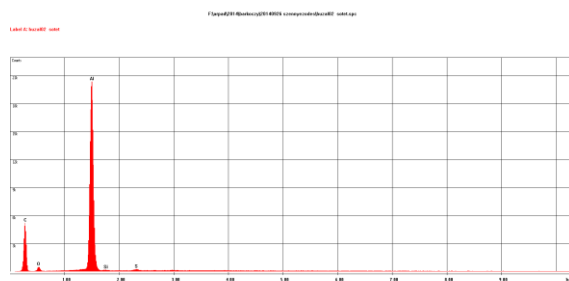
A szín az emberi látás számára egyértelmű ugyan [1], azonban számokba foglalása nem. Különböző feladatokra különböző színrendszerek terjedtek el [2]. Ami közös ezekben a színrendszerekben, hogy legalább három alapszín definíciójából és azoknak az alapszíneknek a keveréséből áll [3]. Emellett egy másik jelentős probléma, hogy számos képalkotó eszköz áll rendelkezésünkre, amelyekkel a szín érzékelése megoldható [4].

Munkánkhoz két képalkotó eszközt, egy színszenzort és egy szokásos mikroszkóp kamerát alkalmaztunk. Mind a két esetben a szín más tulajdonságát, más színrendszert volt célszerű alkalmazni. Mind a két megoldásnál sikerült előnyöket és hátrányokat feltárni, ami miatt nem sikerült kiválasztanunk a két módszerből az egyiket, mint ajánlott megoldást, azt a vizsgált probléma határozza majd meg. Cikkünkben bemutatjuk ezt a két megoldást, és az általuk elért

eredményeinket, sikerült a foltok detektálása. Természetesen a fejlesztés itt nem ér véget, hiszen szükséges a fent nevezett elfogadási kritérium megadása, de azt is az adott anyag és az adott feladat határozza meg. Miután sikerült a foltosságot számszerűsíteni, annak megfogalmazása már könnyen elvégezhető.

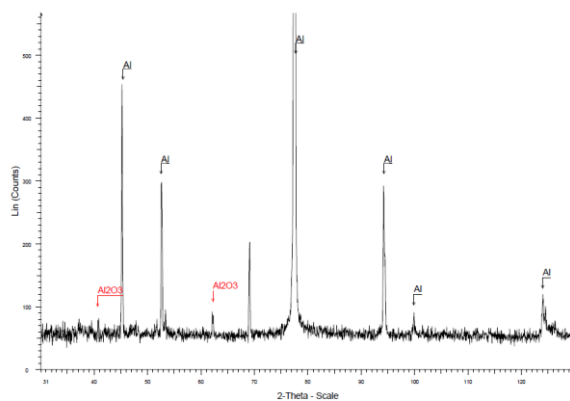


világos



sötét

1. ábra. Hidegen húzott huzal felületén raktározás közben megjelent folt SEM-EDS elemzésének eredményei. A folt jól kivehető, és jelentősen megnő a karbon és az oxigén tartalom is felületen. Mindemellett kén és szilícium is detektálható volt.



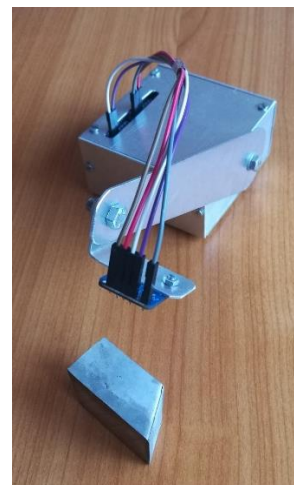
2. ábra. A felületen található elszíneződés XRD vizsgálatának eredménye. A felületen az Al_2O_3 mennyisége megnövekedett a szokásoshoz képest.

Alkalmazott módszerek

Első megoldásunkban kereskedelmi forgalomban kapható, saját megvilágítással rendelkező nagy érzékenységű RGB szenzort alkalmaztunk (TCS 34725). Kezelése és számítógéphez illesztése a legegyszerűbben egy Arduino Uno mikrovezérlő rendszer programozásával volt megvalósítható. További előnye ennek a megoldásnak, hogy később a számítógép elhagyásával egy egyszerű gyors, hordozható készülék készíthető belőle (3. ábra). Az Arduino mikrovezérlőket kezdetben elsősorban apróbb feladatok ellátására tervezték, főleg a robotika számára, azonban könnyű kezelhetősége és robusztussága miatt mára egész ipar alakult ki körötte, ami változatos szenzorokat gyárt közvetlenül az mikrovezérlők számára. Természetesen a szenzorok önmagukban is alkalmazhatók megfelelő áramköri illesztéssel.

1. táblázat. A színszenzorral végzett tesztek eredményei.

minta	light on, 10mm	light on, 20mm	light off, 45°	light off, 30°
1	2400-2500K	2600-2700K	4500-4600K	4000-4050K
2	2250-2330K	2650-2700K	4400-4450K	3550-3650K
3	1950-2100K	2250-2300K	4200-4300K	3600-3700K
4	1950-2050K	2200-2250K	4600-4700K	3950-4050K
5	2900-3000K	3000-3300K	6250-6300K	5450-5550K
6	2300-2500K	2450-2500K	5950-6050K	4650-4750K
7	3200-3400K	3550-3650K	5300-5400K	5100-5200K
8	2700-2800K	3150-3200K	5250-5300K	4750-4850K
9	2800-2900K	3000-3100K	5300-5400K	5000-5100K



3. ábra. A színszenzorral felépített berendezés

A színszenzorból a vizsgált felületelem színének R, G, B kódjai, a HSI színrendszer H értéke és a színhőmérséklet adat nyerhető ki. Megvizsgálva szenzor működését egy különböző ötvözetekből álló teszt sorozaton (4. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a színhőmérséklet az az érték, ami legérzékenyebb a felület színére, azaz a foltosságra (1. táblázat).



4. ábra. A teszt felületek különböző színű és foltosságú ötvözetekből. A foltosságot ebben az esetben kémiai kezeléssel mesterségesen értük el. A képen balról jobbra haladva jelölik számok a mintákat 1..9 között folytonosan.

A módszer egyik problémája, hogy érzékeny a szenzor és a vizsgált felület egymáshoz viszonyított helyzetére. Merőleges, 45 és 30°-os döntést teszteltünk. Ezen felül érzékeny a helyi megvilágítás használatára is. Az 1. táblázatból látható, hogy a különbségek minden esetben megvannak, azonban abszolút értékben más-más tartományt kapunk. Emiatt ez a megoldás igazán csak összehasonlító megoldásra alkalmas.

A színszenzor ilyen viselkedésének oka, hogy nincs optikai elemekkel kiegészítve. Ennek megoldására ugyanezeket a teszteket elvégeztük egy mikroszkóp kamerából és egy számítógépből álló rendszerrel. Ma már lehetőség nyílik arra is, hogy nem kényelmesen ugyan, de hordozhatóvá tehető ez a rendszer is. Megfigyeltük, hogy a felületről készített képeken megjelenő felületi

defektusok jelentősen befolyásolják a mérést, főleg nagyobb nagyításokban. Emiatt a posteriori képkorekciónál alkalmazott módon kissé defókuszált képen végeztük a méréseket. Ezzel sikerült a felületből származó zajt csökkenteni. Természetesen hasonló eredményt ad egy digitális átlagolás is, ami lényeges, az az azonos műveletek alkalmazása a vizsgálatok során. Az átlagolást azért ajánljuk, mert a defókuszálás mértéke nem adható meg egzakt módon. Az alkalmazott kamerával ugyanabban a nagyításban, ugyanazon lencse felület távolság alkalmazásával végeztük a vizsgálatokat.

Az R, G, B színekódok itt sem adtak eredményt. A digitális fényképezésben alkalmazott YCC színrendszer Y komponensét találtuk a megfelelő számértékek. A 2. táblázat mutatja a tesztorozat esetén mért eredményeket.

2. táblázat. A kamerával végzett elemzések eredményei

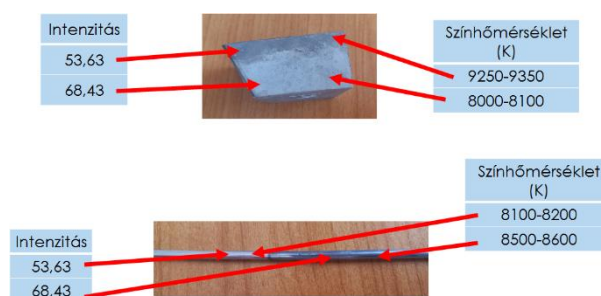
Minta sorszáma	Intensity, light off, 90°
1	75,56
2	63,10
3	67,66
4	55,67
5	69,43
6	64,49
7	56,51
8	66,89
9	57,47



5. ábra. A kamerával felépített összeállítás.

Az eredményekből látható, hogy szűkebb tartányban mozog az Y értéke, mint a színhőmérséklet, így a differenciálás nehezebb. A másik probléma, hogy csak merőleges helyzetben vizsgálhatók a felületek igazán. Előnye azonban, hogy a vizsgált felületelem méretére kevésbé érzékeny, továbbá a megvilágítás is kevésbé zavarja a jellemzést.

A módszert teszteltük valós problémákkal is. Kovácsolt darabon és huzal felületén megjelent foltosodás vizsgáltunk. A 6. ábra mutatja, hogy sikerrel detektálta a foltot mind a két eljárás. A módszerek alkalmazhatók.



5. ábra. Foltosság jellemzése kovácsdarab és huzal esetén.

Összegzés

Cikkünkben és előadásunkban vázoltuk az alumínium félkész termékek felületén megjelenő foltosodás egyik okát, és a megjelenésével okozott problémát. Bemutattuk, hogy vannak olyan esetek, amikor a foltosodás számszerű jellemzése fontos feladat. Bemutattunk két lehetséges megoldást, egy színszenzoron és egy mikroszkóp kamerán alapuló módszert. Bemutattuk, hogy mind a két megoldással jellemezhető a foltosság. Természetesen a fejlesztés nem állhat meg

ezen a szinten, hiszen szükséges a megfogalmazott elfogadási kritériumok termék specifikus keresése.

Irodalom:

[1] Dr. Gácsi Zoltán szerk.: Sztereológia és Képelemzés, WellPress, Miskolc, 2001

[2] Dr. Ábrahám György szerk.: Optika, Panem, Budapest, 1997

[3] Paul Bourke: Colour Spaces, http://paulbourke.net/texture_colour/colourspace/, 1995

[4] Barkóczy Péter – Gácsi Zoltán: Számítógépi Képelemzés, www.tankonyvtar.hu