

Alumínium és magnézium optimalizált felületvédelme zománcozással

Dipl. Ing. Wolfgang Kühn, Kühn Email GmbH
EMAIL Mitteilungen, 2006/4

(Fordította: Dr Való Magdolna)

Összefoglalás

A magnézium, mind a hengerelt, mind az öntött vagy az extrudált anyag, az építőiparban, a járműiparban, a vaspályás közlekedési technikában és a repülőgép gyártásában egyre nagyobb szerepet tölt be. Ahhoz, hogy egy ellenálló, karcálló korrózióvédelmet érjenek el, az üvegszerű zománcot kezdték alkalmazni. E zománcozásnál befolyásoló tényezők a hordozó anyag előkezelése, a zománcösszetétel, a kemence atmoszféra és további technológiai paraméterek. Az eredmény egy sík, kémiailag ellenálló, karcálló bevonat, amely különböző felhasználási területen nyújt alkalmazási lehetőséget.

1. Bevezetés

A fém termékek zománcozása igazán régi technológia. Az ékszereket és a dísz tárgyakat már több ezer éve látják el üvegszerű bevonattal, hogy egyesítsék az üveg szépségét a tárgy konstrukciójával, és ezzel olyan terméket állítsanak elő, amelynek ellenállása a külső behatásokkal szemben a mai napig megmaradt.

Ezzel ellentétben az acélipari termékek zománcozása kb. 250 éves, azaz lényegesen fiatalabb, összemérve a modern technológiák nagyon rövid élettartamával, azonban már ismét öreg.

A könnyűfémek zománcozása, mint korrózióvédelem, mint színezés az esztétikus megjelenés, a különleges tulajdonság közvetítése érdekében, - keménység, antihaft tulajdonság, stb. – viszonylag új technológia, 1956 óta zománcozzák az alumíniumot és annak különböző ötvözeit nagyjából. Kezdetben ólomtartalmú zománcot alkalmaztak, de a 70-es évek óta ökológiailag meggondolt zománcokat használnak. A zománcozott alumínium első alkalmazási területe kétségtelenül az épülethomlokzatok voltak. Erre a célra a világon sok 10.000 m²-t építettek be. A továbbiakban a zománcozott alumíniumot az edénygyártó ipar vezette be. Minden ilyen alkalmazásnál a zománc kitűnő bevonatnak bizonyult, amely az alumínium előnyös tulajdonságait (kis fajsúly, jó hővezető képesség és jó alakíthatóság) jó kémiai ellenálló képes-

séggel és univerzális színadással egészítette ki. Minden szerves bevonattal szemben a zománc különösen kiváló korrózióvédelmét és nagy hőállóságát kell megemlíteni. A könnyűfémek családjához tartozik azonban az alumínium mellett a titán stb. és a magnézium is. Az előnyök és a hátrányok példájával mutatjuk meg, miért növekszik folyamatosan a magnézium alkalmazása.

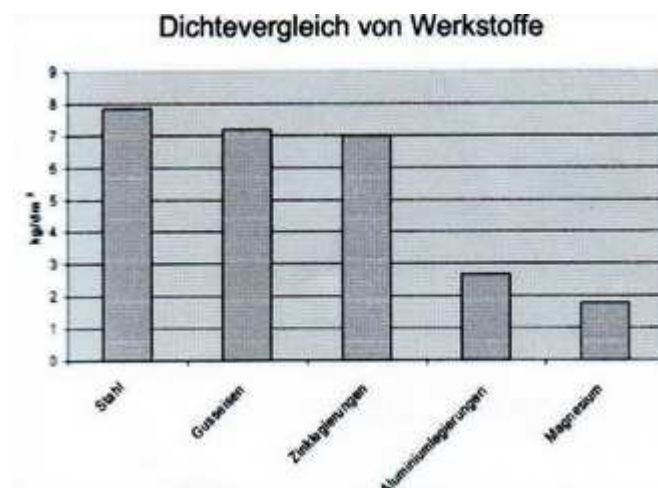
Előnyök:

- 35 % súlymegtakarítás az alumíniummal szemben ugyanolyan szilárdság mellett
- a Mg öntvény és a Mg alakítható ötvözetek - MÍG - ill. WIG - hegeszthetők
- a magnéziumnak nagy csillapítási tulajdonsága van

Hátrányok:

- öngyulladás por és forgács által
- por és forgács alakban vízzel találkozva hidrogén válik szabaddá (robbanásveszély)
- csekély savállóság

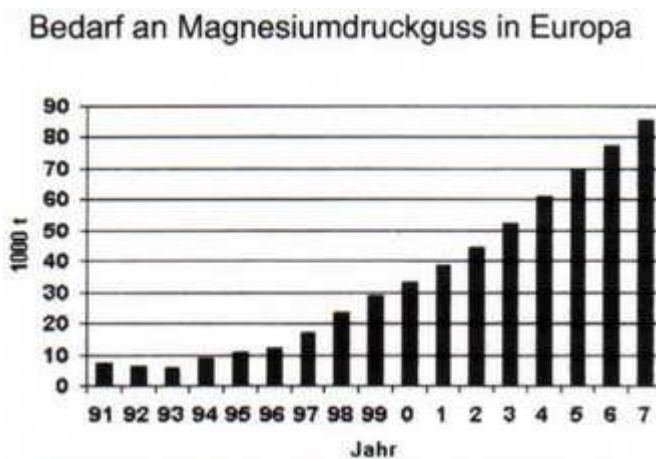
Különösen az előnyök első pontja – a sűrűség – a mértékadó pont, ami az autóipar és az építőipar stb. érdeklődését kiváltja. Sűrűségének összehasonlítása egyéb szerkezeti anyagokkal, amelyek a gazdaságban és az iparban nagy jelentőséggel bírnak, ezt világossá teszi. (**1. ábra**)



1. ábra
Különböző fémek sűrűségének összehasonlítása

A magnézium növekvő alkalmazásának bemutatására a **2. ábrán** az európai magnézium présöntés igénye szerepel.

A zománcozás az alkalmazott alapanyaggal – tiszta magnézium, ötvözetek vagy plattírozott anyag – szemben nagy igényt támaszt. Ezeket az igényeket jelenleg csak kevés anyagkombináció tudja kielégíteni, és még nincs teljesen kifürkészve. Ez azt jelenti, hogy egy magnéziumanyag zománcozhatóságát mindig próbazománcozással kell megállapítani. De ez még fennáll a kevésbé jól ismert alumínium ötvözeteknél is. Az alkalmazott magnéziummal szembeni követelmények azért olyan nagyok, mert az alkalmazott zománcnak meghatározott tulajdonságai vannak, mint pl. magas hőtágulási együttható és 500-540°C beégetési hőmérséklete.



2. ábra
Présöntésű magnézium igény ill. felhasználás Európában

2. Magnézium

2.1 Magnézium zománcozásához alkalmas zománcok

A **3. ábra** mutatja, hogy a magnézium zománcozása különböző pontokban hasonlít az alumínium zománcozásához. Mindenesetre vannak bizonyos különbségek más anyagok alkalmazásában. A magnézium zománcozásához alkalmas zománcnak nagy mennyiségű olvasztóanyagot kell tartalmaznia, különösen alkálifém oxidokat, vanádium-pentoxidot stb. A zománcozott magnézium kémiai ellenállóképessége hasonlít a zománcozott alumínium ellenállásához. Lehetséges azonban megfelelő malomadalékokkal jelentősen megváltoztatni az ellenállását. Ajánlatos azonban a felhasználási célnak megfelelően, amelynél meghatározott tulajdonságok szükségesek, célszerű malomadalékokkal zománcfejlesztést végezni.

	Acélzománc	Alumíniumzománc	Magnéziumzománc
Az alapfém hőtágulási együtthatója	$400 \times 10^{-7} / \text{K}$	$720 \times 10^{-7} / \text{K}$	$780 \times 10^{-7} / \text{K}$
A zománc hőtágulási együtthatója	$280 \times 10^{-7} / \text{K}$	$450 \times 10^{-7} / \text{K}$	$500 \times 10^{-7} / \text{K}$
Az alapfém olvadáspontja	1550° C	660° C	650° C
A zománc égetési hőmérséklete.	780 – 860° C	540 – 580° C	500 – 530° C
Égetési idő	2 – 7 perc	5 – 10 perc	5 – 12 perc
A zománc lágyulási pontja	kb. 500° C	kb. 400° C	kb. 400° C
A zománc rétegvastagsága égetés után	100 – 300 μm	40 – 90 μm	60 – 150 μm
A zománc mikrokeménysége	650 – 750 HV	600 – 700 HV	

3. ábra **Különböző zománcok paramétereinek szembeállítása**

Elméletileg valamennyi szín, különleges elektromos tulajdonságok, különböző keménységek, különböző fényességi fokozatok, zavarosítási fokozatok stb. elérhetők.

A zománciszap előállításához más malomadalékok szükségesek, mint az acélzománcok iszapjának előállításához. Különösen kiválik az agyagásványok alkalmazása, mivel a zománc beégetési hőmérsékletén az agyagásványok bomlása már megindul. Ez okból csereanyagok szükségesek, amelyek természetesen néhány más iszaptulajdonságot is magukkal hoznak. Az agyag legfőbb csereanyaga a vízüveg, a bórsav és a kálilúg. Mindenesetre ezáltal olyan iszap keletkezik, amely kiváltképpen a szórási eljáráshoz alkalmas. Folytatásos és mártó eljárás csak kivételes esetben lehetséges.

2.2 A magnézium zománcozásának technológiája

A magnézium zománcozásának technológiai lépései nagyon sokrétűek, az alkalmazáshoz, valamint az alapfém előállítási eljárásához kell illeszteni. Ez azt jelenti, hogy minden új termékhez, aminek gyártását be akarják vezetni, különleges technológiát kell alkalmazni. Ezért csak egy általános technológia leírása lehetséges.

A magnézium zománcozásánál alapgondolatként szem előtt kell tartani a következőket: semmi esetre sem szabad összekeverni a magnézium zománcozásának és az acél zománcozásának technológiáját. A két eljárás helyi szétválasztását a különböző anyagok feldolgozásánál minden esetben be kell tartani. A különböző zománcoknak már a legcsekélyebb hányada (pl. pora) az eltérő lágyulási intervallum miatt hibához vezet, aminek az okát nehéz megtalálni, és ennek elhárítása csak nagy ráfordítással érhető el.

2.2.1 Biztonsági intézkedések

A magnézium nagy reakcióképessége miatt szükségesek a biztonsági intézkedések, amelyek megakadályozzák a magnézium gyulladását. Ez csak védőgáz alkalmazásával lehetséges. Vannak olyan gázkeverékek, amelyek a magnézium hőkezelésénél beváltak. Ide tartoznak:

- kénhexafluorid
- nemesgázok
- SO_2

Védőgázként ajánlott a száraz levegő és 0,2 – 0,5 térfogat % SF_6 keveréke, ez a magnézium felületén MgF_2 -t képez, ami a reaktív magnézium felületét az oxidációtól megvédi.

Az eddigi kísérletek kizárólag nemesgázzal történtek. Ezenkívül vannak alkalmas oltószerek, ezeket azonban eddig nem kellett alkalmazni.

2.2.2 A magnézium előkezelése

Zománcozás előtt szükség van a magnézium előkezelésére, hogy zsírmentes felületet érjünk el. A magnézium előkezelésére több mód lehetséges:

- nedves előkezelés
- izzítás védőgáz atmoszférában
- a felület lemaratása

2.2.3 Iszapelőállítás

A zománcszap előállításánál a legnagyobb gondossággal kell eljárni, mivel a legkisebb hiba, illetve eltérés a megadott recepttől, problémákhoz vezet, amelynek oka csak igen nehezen deríthető ki. A recept pontos betartása mellett az iszapparaméterek pontos reprodukciójának nagy jelentősége van.

Az iszapot golyósmalomban állítják elő, amely porcelán kövekkel van kifalazva, és kerámiai golyókkal, lehetőleg steatittal, van ellátva. A steatit alkalmazása kedvező, mivel az anyag nagy sűrűsége jelentősen csökkenti az őrlési időt. Az acélzománccal szemben lényegesen nagyobb őrlési finomság szükséges, a fényesség és az égetési folyamatok kedvező befolyásolására. Az iszap nagyobb finomságát hosszabb őrlési idő alatt lehet elérni, aminek következménye az iszap erős felmelegedése. Mivel a

felmelegedés a zománccszemcsék kilúgozódásához vezet, az őrlés folyamán a malmot hűteni kell. Általában vízhűtést alkalmaznak.

Eddig a következő malom receptet alkalmazták:

100 rész	fritt (saját fejlesztés)
2 rész	„A” állítóanyag
2 rész	„B” állítóanyag
2 rész	„C” állítóanyag
6 rész	Színtest
50 rész	demineralizát víz
Az iszap sűrűsége $1,65 \text{ g/cm}^3$ legyen	

2.2.4 Zománcozás

Az $1,65 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű és nagyon nagy őrlési finomságú iszappal kell a próbalapot bezománcozni. Sikertelen lefolytatásos és mártásos próbák után kizárólag a szórás következhet. Ehhez a kereskedelembe szokásos szórópisztolyt alkalmaznak. Az égetés utáni rétegvastagságot szűk határokon belül kell tartani. $150\mu\text{m}$ -nél nagyobb vastagság nem ajánlatos, mivel a túlságosan nagy vastagság feszültségvonalakhoz és egyéb hibákhoz vezet.

2.2.5 Égetés

Kielégítő száradás után következhet csak az égetés, mivel a nedves zománc a magnéziummal hidrogénképződés közben reagál. Ha az égetés a szokásos atmoszférában történik, reakció lép fel a **4. és az 5. ábra** szerint.



4. ábra
Magnézium égetése a szokásos technológiával



5. ábra
Ennek a folyamatnak az eredménye

Ezeket a demonstrációkat 20x20x2 mm –es kis lemezekkel végeztük. Figyelembe kell venni, hogy a magnézium más fémekkel történt különböző ötvözetek különböző olvadási hőmérsékletekhez vezetnek. Mivel az olvadási folyamat alatt a magnézium gyulladása következik be, az ötvözetek olvadási hőmérsékletét pontosan ismerni kell, hogy a tárgy roncsolódását elkerüljük.

2.3 A különböző paraméterek vizsgálata

A különböző paraméterek az előkezelésnél és az égetésnél a zománcréteg minőségét befolyásolják. Csak a paraméterek céltudatos megválasztása és optimalizálása vezet jó és használható eredményhez. A paraméterek száma és megválasztása nagyon széleskörű, ezért érdeklődés esetén ajánlatos a szerzővel felvenni a kapcsolatot.

2.4 Színezés

Mint a zománcoknál általában, a magnézium zománcozásánál is, minden szín elérhető, bár egyes színek csak a biztonsági intézkedések többszörfordításával érhető el a dolgozók egészségvédelme érdekében. Optikai hatások elérése érdekében szitanyomásos eljárás és levonókép alkalmazása is lehetséges.

2.5 Alkalmazási lehetőségek

Az alacsony, $1,7 \text{ g/cm}^3$ sűrűsége miatt a magnézium különösen alkalmas a járműipar, repülőgépgyártás, vasúti berendezések stb. számára. A sóköd teszt kiváló eredménye alkalmassá teszi olyan körülmények közötti használatra, amelyeknél az anyag különösen nagy terhelésnek van kitéve. Ehhez jön még, hogy a magnézium csillapító tulajdonsága megnyitja az alkalmazási területet, amelynél a zománcozott magnéziumdarab fokozott hangszigetelése által nyújt előnyt.

3. Alumínium

A magnézium zománcozásával ellentétben az alumínium zománcozásához nem kell védőgáz. Ez az alkalmazott berendezéseket leegyszerűsíti. Elvileg minden alumínium ötvözet zománcozható, ha az anyag előkezelése megfelelő, ami azonban egyes esetben lényegesen drágább lehet. Viszonylag előnyösen hagyja magát zománcozni az alumínium, ha az ötvözetben a magnézium tartalom nem több mint 1 %.

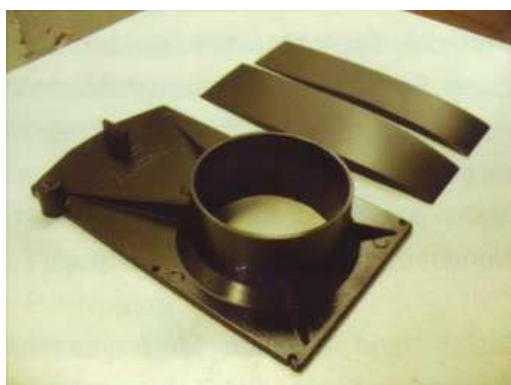
A **6-9. ábrák** zománcozott alumínium darabokat mutatnak.

Magától értetődik, hogy a különösen jó alumíniumot könnyű zománcozni. Ma lehetséges színváltó pigmentek, többszínhatású pigmentek és kristályhatású pigmentek alkalmazásával attraktív felületeket létrehozni. Ilyen anyagok segítségével olyan zo-

máncozott alumínium felületek keletkeznek, amelyek elérése acéllemez zománcozásánál, a magasabb égetési hőmérséklet miatt, nem lehetséges. A sokrétű lehetőségek felsorolása, a zománcozott alumíniumfelület formázása ennek az előadásnak a kereteit meghaladja.



6. ábra
Zománcozott, extrudált alumínium tárgyak



7. ábra
Finomöntvények: az alkalmazott eljárások és ötvözetek optimális felület (fény, szín) elérését teszik lehetővé



8. ábra
Miniatűr zománcozott fogaskerék utólag megmunkált folyamatos anyagból.



9. ábra
Zománcozott grill rostély