



## Fémes megjelenésű zománcok

Charles Baldwin és Louis Gazo

Ferro Corporation, 4150 E. 56th Street, Cleveland, OH 44105 USA

(Fordította: Dr Való Magdolna)

### Bevezetés

A zománcot már régóta használják, mint beégetett üvegbevonatot fémek kémiai behatásoktól, dörzsölés általi kopástól és egyéb korróziós és mechanikai károsodástól való védelemre. Míg a hagyományos oxidpigmentek és más adalékok alkalmazása széles skáláját nyújtotta a színeknek és a fényhatásoknak, azonban nem találták meg azt a megjelenést, ami az ötvözetlen alumínium vagy a nemesfém kinézetét adta volna. A fritteszállítók hátrányára a nemesfém eddig a zománcozott felület legjobb alternatívája volt.

Általában az üveges fémes ötvözetet egyedül gyöngypigmentek alkalmazásával állították elő. Ez titán-dioxidral bevont csillámpelyhek, vagy egyéb fajtája a felületmódosításnak. Ezek gyöngyszerű megjelenést kölcsönözhetnek, de nincsenek hatással a fémpigmentek fedőképességére.

Fémes megjelenésű szerves fluorpolimerek és szilikonötvözetek kaphatók a kereskedelemben, de összehasonlítva a zománccal, gyenge mechanikus és termikus tulajdonságaik vannak. Új technológia alkalmazásával kifejlesztettek olyan zománccfajtákat, amelyeknek igazi fémes megjelenésük van, és alumíniumra, alumíniumozott acélra vagy acélra felvihetők. Ezek ugyanúgy viselkednek, mint az üveg-zománc, de emellett attraktív, fémesen csillogó kikészítésük van. A fémes megjelenést alkalmazni lehet az egyhangú fekete-fehér árnyalat fénytöréséhez, amely zománccfelületen nagyon közismert.

### Fémpigmentek

A fémes megjelenés a beeső fénysugár hullámhosszának elosztásából ered. A fémek opakok, mert a látható fény sávzélességén belüli beeső fénysugár a Fermi energián felül elektronokat hoz a be nem töltött helyekre. Egy foton energiája, ami egy elektrontól kisugárzik, ha az egy magas energiaszintről egy alacsonyabb energiaszintre kerül, azonos az eredetileg abszorbeált elektronnal. Egy csillogó ezüstös megjelenés beeső fehér fényvel azt mutatja, hogy a fém a teljes látható spektrumban erősen reflektálódik. Az oxidpigmentek és az üvegek elektronikus szerkezetében lévő szalaghézagok miatt a kisugárzó fotonok energiája nem feltétlenül azonos az abszorbeált fotonok energiájával. Tehát az oxidok színesek, és a gyakorlatban nehéz elérni egy ezüstösen fémes megjelenést.

A fémpigmentek a nem szerves színezőanyagoknak egy kicsi, hasznos osztályát alkotják, amelyek alakítható fémek kis részecskéiből állnak. A fémpigmentek különösen arra alkalmasak, hogy fémes megjelenésről gondoskodjanak, mivel fedőképességük, fémes színük, fényük és a terjedelmes fém sűrűsége megmarad. A fémpigmentek, amelyek az egyiptomiak által dekorációs célra vert aranylemezekből keletkeztek, hasonlóképpen szerepelnek első példaként a zománc díszítésénél. Az évek folyamán a lapokat mind vékonyabbra verték, és végül aranypor lett belőle, amelyet illusztrációkban és tintaszínezékekben alkalmaztak. Az arany magas ára pótlási lehetőségek kereséséhez vezetett. A 19. században Sir Henry Bessemer egy mechanikus sajtoló eljárást fedezett fel, amelynél a fémlapok előállításához acélüllőre verődő acélkalapácsokat alkalmazott. Egyidejűleg haladást ért el az alumíniumolvasztás eljárásánál a költségeket illetően. A kitörés, amit a száraz alumíniumfeldolgozással asszociáltak, 1920-ban történt, a golyósmalom alkalmazásával. Az 1970-es évek óta fellendült a fémes termékek használata. Fémes eleganciájú új kikészítéseket ismét keresnek az autópárhuzamban a 2007/2008 évre.

**1. táblázat**  
**Fémpigmentek tulajdonságai**

Fém	Szín	Fény	Sűrűség (g/cc)	Korrózióállóság	T <sub>m</sub> (°C)
alumínium	fehér	magas	2,7	mérsékelt	646-657
nikkel	tört fehér	közepes	8,9	jó	1454
rozsdamentes acél	tört fehér	közepes	cc. 8,	jó	1370-1400

Az **1. táblázat** három pigmenttípus kiválasztott tulajdonságait mutatja. A világszerte leginkább alkalmazott alumíniumpigmenteket már régóta használják festékeknek és tintaszínezékeknek. Az alumínium az ezüstös színe, kis sűrűsége és a relatív alacsony ára miatt

különösen vonzó. De, hogy víztartalmú bevonatban is alkalmazni lehessen a gyártástechnológia fejlesztésébe, a korrózió és a gázleadás elkerülésére, amit a víz és az alkalikus PH érték okoz, jelentős munkát fektettek. A nikkel sárgás színt ad, gazdag fénnel. Nemesacél számára a 316-os ötvözet, amit leginkább alkalmaznak, és a nemesacél pigment előnyösebb, mint az alumínium pigment. A különböző egyéb pigmenteket, ezek közül az alumínium-bronz, réz, cink, vas, ezüst és titán pigmentet, fémes szerves bevonatokhoz alkalmazzák.

A lakkokban úszó és nem úszó fémpigmentek képezik a bőrkategóriát. Az úszó pigmentek horizontálisan nyúlnak el a bevonat felületén, hogy egy sűrű, pikkelyes bevonatot képezzenek. A nem úszó pigmentek nem a felületen találhatóak, és egy diffúz, pezsgő hatást fejtenek ki. Hogy egy pigment úszik-e vagy nem, a zsírsav hidrofóbocitásától függ, amivel a pigment szállító együtt őrölte.

### Fémes zománcok kialakítása.

A kereskedelemben gyakori, úszó fémpigmentekből és az alacsony hőmérsékletű zománcrendszerből lett a fémes zománc. Acél munkadarabok bevonásához alacsony hőmérsékletű fritt, amelynek lineáris termikus tágulása kb.  $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  pigmentmentes állapotban, megőrölve alkalmas alumíniumozott acélra való felvitelre. A malmot leeresztik, egy szabadalmaztatott derítőt adnak hozzá és néhány % fémpigmenttel keverik. Az alapreceptet a **2. táblázat** tartalmazza. Ötvözött alumíniumhoz alacsonyabb hőmérsékletű és nagyobb tágulású frittet alkalmaznak.

**2. táblázat**  
**Fémes zománcrecept**

nyersanyag	menyiség
iszap	100
gyöngypigment	0-5 %
fémpigment	0-5 %
derítő	5 csepp/l iszap

Az **1. ábra** példáját zománcozzák a következőképpen: először elektrosztatikus módon felviszik az alapréteget, amely 2 réteg/1 égetés eljárásra alkalmas. Ezt beégetik, a fémes zománcot nedves szóró eljárással viszik fel, majd  $538^{\circ}\text{C}$ -on addig égetik, amíg a zománc fényes nem lesz. A darabok mind ezüstös, fémes megjelenést mutatnak, mint a nemesfém.



**1. ábra**

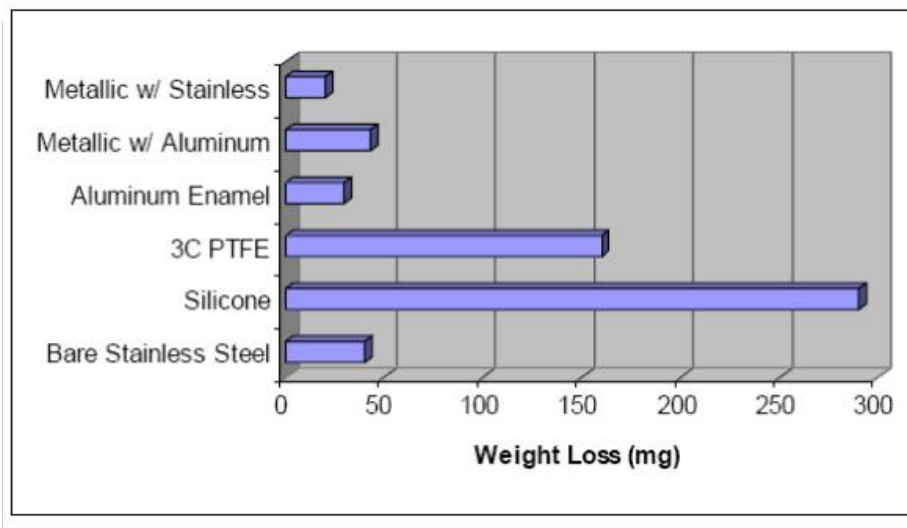
**Három darab, amelyet fémes zománccal vontak be.**

### Vizsgálatok

A fémes zománc savállóságát a fritt határozza meg, amelyet a zománc őrlési eljárásánál alkalmaznak. A savállóságot az ASTM C 282-99 foltprobával vizsgálják. Ez az eljárás megfelel a PEI T-21 „Zománcok savállósági vizsgálata” (citromsavos foltpróba) módszernek. Több csepp 10 %-os citromsavat tesznek a felületre, óralappal fedik, 15 percig hagyják rajta. A sav hatását C-AA szerint rangsorolják, az AA jelenti a legjobbat. Ha közepes tágulású frittet alkalmaznak, a savállóság A lesz.

Hogy a zománc kötése alacsony hőmérsékleten is biztosított legyen, egy cseppfogó csészét hősokknak vetnek alá. A darabot 30 percig 316°C-on tartják, majd 21°C-ú, szobahőmérsékletű vízbe mártják. Háromszor ismételt vizsgálat után sem lehet semmiféle sérülés a bevonaton. A jó kötést ütőpróbával bizonyítják.

A fémes zománc dörzsölés-állóságát Taber szerinti vizsgálattal hasonlítják össze a szerves bevonattal és a bevonat nélküli nemesfémmel. A Taber szerinti vizsgálat a szerves bevonatok dörzsölés-állóságára az ASTM D 4060-95 szabványban szerepel. Erre a célra egy 10 x 10 cm-es központi lyukkal ellátott négyzetlapot használnak. A lap meghatározott számú forgást végez nehezített dörzskerék alatt. 1000 munkafolyamat után a kerékre új szilíciumkarbid papírtányért helyeznek, és összesen 2000 munkafolyamatot megy keresztül. Minden lapot a legerősebb CS-17 kerékkel vizsgálnak. A lapot a vizsgálat előtt és után lemérnek. A vagy nemesacél pigmenttel vagy alumínium pigmenttel előállított fémes bevonatot a szokásos alumínium zománc, tiszta nemesfémmel és két használatos, magas hőmérsékletű szerves bevonattal hasonlítják össze. A szerves bevonat szilikon-poliészter és egy PTFE típusú bevonat.



**2. ábra**  
**Taber szerinti összehasonlító dörzsölési eredmények**

A **2. ábra** szerint a szilikon-poliészter mutatja a legnagyobb súlyvesztést, ezt követi a PTFE bevonat. A fémes zománc hasonló súlyvesztést mutat, mint a hagyományos alumínium zománc és a tiszta nemesfém.

A ceruzapróba a bevonat karcállóságát értékeli. A következő keménységi skálánál a legpuhább a 6B és a legkeményebb a 9H.

6B-5B-4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H-7H-8H-9H

A vizsgálati lapot egy szilárd, vízszintes felületre helyezik. A vizsgálatot a legkeményebb ceruzával kezdik, a ceruzát 45°-os szögben tartják a lapon, és elhúzzák. Megfelelő erőt kell kifejteni, hogy a ceruza szétmorzsolódjék, vagy hogy a bevonatot átvágja. Addig kell ismételni a próbát a skálán, amíg olyan ceruzát találnak, amelyik nem vágja át a filmet, vagy a felületet legalább 3 mm távolságban megkarcolja.

**3. táblázat**  
**A bevonatok ceruzakeménysége**

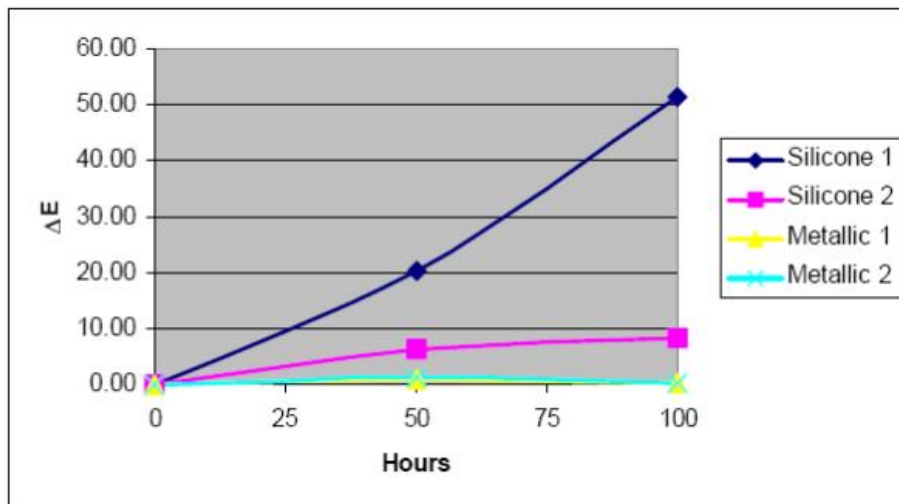
Bevonat	Ceruzakeménység
tiszta nemesfém	5H
3C PTFE	7H
alumínium zománc	> 9H
alumínium	> 9H
rozsdamentes	> 9H

A **3. táblázat** a legkeményebb ceruzát mutatja, amelyik a felületet nem sértette fel, nem karcolta meg. A fémetek és a hagyományos alumínium zománcot a legkeményebb 9H ceruza nem karcolta. A PTFE a megerősítése miatt 7H keménységet mutat. A nemesfémet az 5H ceruza megkarcolta, a szilikon-poliészter volt a legpuhább, a HB ceruza már megkarcolta.

A fémes zománc hőállóságát a szilikon poliészterrel hasonlítottuk össze, 400°C-on, két 50 órás intervallumban. Az L, a, b színparamétereket lemérték kezdetben, majd 50 és 100 óra után. A színváltozást az alábbi egyenlettel számoltuk.

$$\Delta E = \sqrt{(L_i - L_f)^2 + (a_i - a_f)^2 + (b_i - b_f)^2}$$

Az egyenletben az L<sub>i</sub>, a<sub>i</sub> és b<sub>i</sub> az L,a,b színparaméterek 0 óránál, az L<sub>f</sub>, a<sub>f</sub>, b<sub>f</sub> az L,a,b színparaméterek 50 vagy 100 óra után.



**3. ábra**  
**Színváltozás az órák függvényében 400°C-on**

A **3. ábra** két szilikon-poliészter bevonat és két fémes alumíniumzománc színváltozását  $\Delta E$  mutatja az idő függvényében 400°C-on. Az első szilikon teljesen megváltoztatja a színét. Bár a második egy szervesetlen oxiddal színezett, még mindig jelentősen változik a színe. A fémes zománc nagyon alacsony  $\Delta E$  értéket mutat, és 400°C-on 100 óra után is megtartja eredeti megjelenését.

### Összefoglalás

Kevert fémpigmentekből, amelyeket az ipar használ, világos zománcrendszerben, fémes zománcok állíthatók elő. Alimíniumot, alumíniumozott acélt és zománcacélt vontunk be. A fémes zománcok dörzsölésállóbbak, karcállóbbak voltak, mint a hőálló szerves bevonatok, amelyeket ma fémes színek előállításához alkalmaznak. A két fémes zománcfajta szín- és fénystabilitása nagyobb volt, mint a szilikon-poliészter bevonatnak, vagy a tiszta nemesfémnek. Ezért fémes zománcokkal a rozsdamentes acélfelületet vagy a festékeket pótolni lehet ezzel a tartós, hosszúéletű bevonattal.