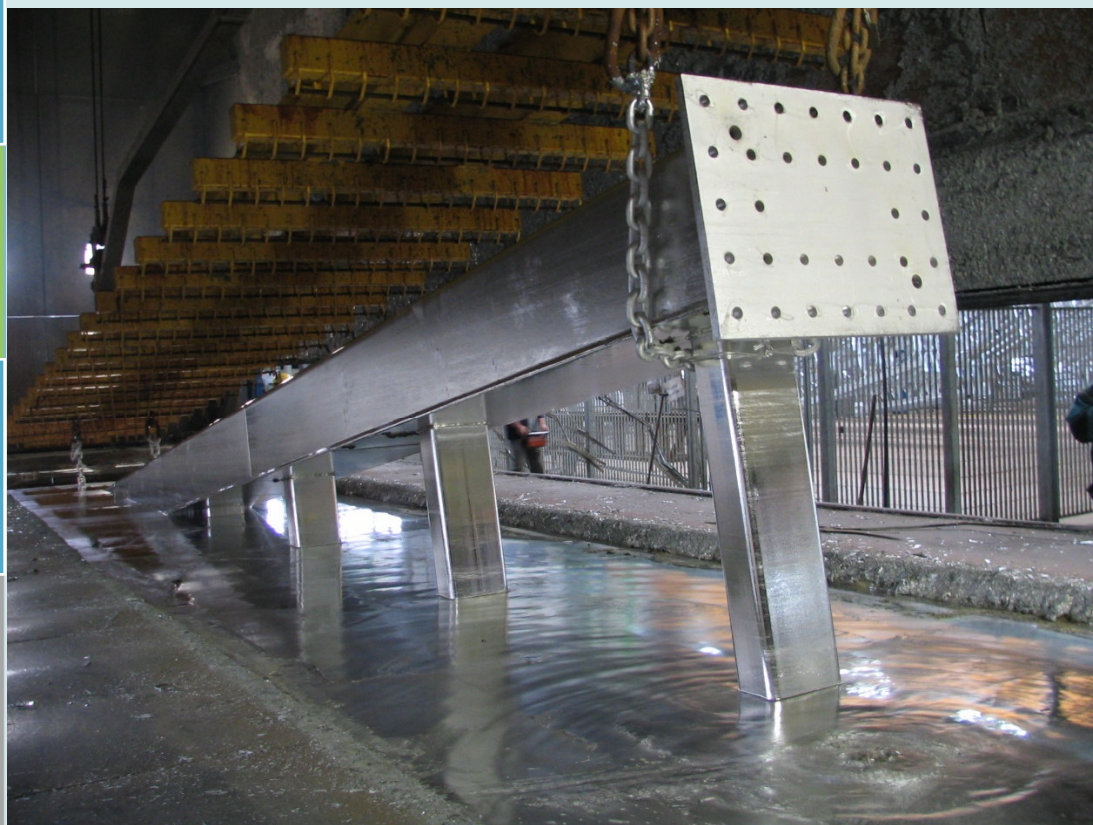


2026.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – XIV. évfolyam, 1. szám



Tisztelt Olvasóink!

Mostani lapszámunkban korrózióvédelmi szempontok mellett olyan információkat is megpróbálunk átadni, melyek érthetőbbé teszik a tűzihorganyzó vállalatoknak a megrendelők felé támasztott, sokszor titokzatosnak tűnő követelményeit.

Nemcsak az acélszerkezetek statikai méretezése során lehet törekedni a szerkezet egyenszilárdságára, hanem egy acélszerkezet védőbevonatának megválasztásánál is szempont lehet. A követelményekkel szemben túlméretezett, például túl vastag bevonatok felesleges többletköltségekhez, a túl vékonyak pedig idő előtti korrózióhoz, károkhoz vezethetnek.

Közvetlenül tűzihorganyzást követően előfordulhatnak a termékek felületén elkerülhetetlen felületi eltérések, technológiai nyomok. Ezek egy részét a vonatkozó szabvány tolerálja, más részét a tűzihorganyzó köteles eltávolítani, a hiba helyét javítani. Ennek azonban tág határai vannak és szubjektív szempontok is szerepet játszanak. Mindenképpen javasoljuk, hogy még a bérhorganyzás megrendelése előtt állapodjanak meg a tűzihorganyzó vállalattal az utókezelés, mint termékkikészítés minőségéről és az alkalmazott módszerekről. Ezzel elkerülhetővé válnak az utólagos nézeteltérések.

2026. március 25.

Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Szakmai Bizottság

FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkért a kiadó nem vállal semmiféle felelősséget. A folyóiratban közölt cikkek, fényképek és ábrák más kiadványban, nyomtatott és elektronikus termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége írásos engedélyével történhet.

A szerkesztőség tagjai: Nagy Miklós, Imre Miklós, Antal Árpád, Kopasz László, Paulik Antal

Címlapfotó: Nagyméretű acélszerkezet tűzihorganyzása láncos felfüggesztéssel

A horganybevonatok teljesítménye és összeépíthetőségük

Az egyes horganybevonatok markánsan eltérő tulajdonságai mögött legtöbbször az előállítási technológiák különbözőségei húzódnak meg. Ezek nemcsak az olykor jelentős vastagságkülönbségben, hanem például megjelenésben vagy alakíthatóságban is jelentkeznek. Vastagságaik széles skálán mozognak, emiatt alkalmazhatósági területeik között kisebb-nagyobb átfedés is lehet.

Más technológiák – eltérő bevonatjellemzők

Az iparban „horganyzás” szóval megjelölt, és elterjedtebb bevonó-eljárásokat, a fémrétegek legfontosabb tulajdonságait 1. táblázatunkban foglaltuk össze.

Technológia	Szokásos rétegvastagság (µm)	Várható korróziós élettartam (C3)*	Zn-Fe ötvözet-réteg a vason	A réteg felépítése, összetétele	Utókezelés szükséges-e
Tűzhorganyzás Szakaszos tűzhorganyzás (EN ISO 1461)**	50-150	50 - >100 év (100 µm rétegvastagságnál)	van	Nagy részben horgany-vas ötvözet, rajta tiszta horgannyal	nem
Folytatólagos: Szalaghorganyzás (EN 10143, EN 10346)	7-25	5-14 év (10 µm rétegvastagságnál)	van	Csekély vastagságú Zn-Fe ötvözetrétegen tiszta horgannyal	kémiai passzíválás, olajozás
Huzalhorganyzás: (EN 10244-1, EN 10244-2)	5-30		van		nem
Vékonyhorganybevonatok (pl. mikro ZINQ® 5 (DiBt.Z Z-30.11-60))	5-10	7 év (10 µm rétegvastagságnál)	van	Csekély vastagságú Zn-Fe ötvözetten Zn-Al réteg	nem
Termikus fémszórás (horgannyal) (EN ISO 2063)	80-150	***	nincs	Horganyrészecskékből álló cinkoxidral fedett bevonat	Pórus-tömítés szükséges
Galvanizálás Szakaszos eljárás (EN ISO 2081, EN ISO 4042)	5-25	5-14 év (10 µm rétegvastagságnál)	nincs	Tiszta horganyréteg	Kémiai passzíválás, pl. kromatózás
Folytatólagos módszer (EN 10152 + EN 10244-2)	2,5-5	2,5-7 év (7 µm rétegvastagságnál)	nincs		

* EN ISO 14713-1 (2. táblázat alapján számítva)
 ** Speciális termékekre (pl. csavarokra, csövekre, stb.) külön szabvány vonatkozik
 *** SO₂-tartalmú ipari és városi légkörben nem, vagy csak korlátozottan alkalmazható (ISO 9223)

1. táblázat: Különböző horganyzási eljárások és teljesítményük (www.feuerzinken.com)

Az 1. táblázatból látható, hogy egyes bevonattípusok bizonyos területeken konkurenciái lehetnek egymásnak, ugyanakkor a jelentős vastagság és szerkezet különbségek felhasználási kockázatokat rejthetnek magukban.

Korrózióvédelmi alkalmasság

A korrózióállóság és korrózió elleni védőképesség nem azonos tartalmú fogalmak. „Korrózióállóságon” egy anyag adott korróziós hatással, vagy hatásokkal szembeni ellenállóképességét értjük, mely az anyag kémiai-fizikai jellemzőiből származik. Míg a „korrózióvédelmi képesség” az előbbinél egy jóval tágabb fogalom, mely magában foglalja az előbbit is, de tartalmazza a védőbevonat egyéb jellemzői által meghatározott tulajdonságokat, mint például a vastagság, tömörség, hibamentesség vagy az UV-állóság.

A „horganyzás” szóval illetett fémbevonatok legnagyobb hányada korrózió elleni védelmet szolgál. De a galvanizálási technológiával előállított horganyrétegeknél előfordulhatnak díszítő, vagy technikai célú bevonatok is. Az 1. táblázat címében szereplő „teljesítmény” kifejezés esetünkben a korróziós képességekre utal. Más-más eljárással készített fémrétegeknek nemcsak a vastagsága, hanem a felépítése is eltérő lehet. Ez szintén befolyásolhatja a korrózióval szemben mutatott ellenállóképességet. A táblázatban szereplő bevonatok fémanyagainak kémiai védőképessége általában azonosnak tekinthető, mivel tömörségük és horganytartalmuk közel hasonló. A fémszórásnál a korróziós képességek javítása miatt utólagosan pórustömítést kell alkalmazni. A mikroZINQ®5 bevonat magas Al-tartalma bizonyos körülmények között jobb korrózióállóságot mutat, mint a tiszta horgany, de vastagsága erősen korlátozott. Ez a bevonattípus – a bevonó fémfürdő és a bevonat magas alumínium-tartalma miatt - már nem sorolható egyértelműen a „horganyozások” közé.

Korrózió elleni védelem szempontjából döntő tényező a *horganybevonat vastagsága*. Azonos körülmények között egy vastagabb bevonat tovább véd, mint egy vékonyabb. Ez a különbség lényegében egyenesen arányos a vastagságkülönbséggel. A 2. táblázatban C3 (közepes) korróziós környezeti kategóriában egyes bevonattípusok példaként 40 éves időtartamra vonatkozó ajánlásainkat mutatjuk be.

Technológia	Szokásos bevonatvastagság (µm)	Alkalmazás 40 évre, önálló bevonatként (C3)*	Megjegyzés
Tűzihorganyzás Szakaszos tűzihorganyzás (EN ISO 1461)**	50-150	igen	
Szalaghorganyzás (EN 10143, EN 10346)	7-25	nem	
Huzalhorganyzás: (EN 10244-1, EN 10244-2)	5-30	nem	
Vékonyhorgany bevonatok (pl. mikro ZINQ® 5 (DiBt.Z Z-30.11-60)**)	5-10	nem	
Termikus fémszórás horgannyal (EN ISO 2063)***	80-150	nincs adat	pórustömítés szükséges
Galvanizálás: Szakaszos eljárás (EN ISO 2081, EN ISO 4042)	5-25	nem	
Folytatólagos módszer (EN 10152 + EN 10244-2)	2,5-5	nem	

*EN ISO 9223:2012 (C.1 táblázat szerinti korróziós kategória, és EN ISO 9224:2012 B1 táblázata szerint)

**SO₂-tartalmú klímákban (EN ISO 9223 B.3 táblázata szerint) ipari környezetben P2 és P3 kategóriában nem ajánlott, városi környezetben P1 kategóriában ideiglenesen alkalmas

***EN ISO 14713-1 szabványban nincsenek releváns korróziós adatok

2. táblázat: Horganybevonatok várható korróziós teljesítménye C3 kategóriában

Megjegyezzük, hogy szakaszos tűzhorganyzásnál (EN ISO 1461), valamint termikusan szórt fémbevonatok (EN ISO 2063) esetében a megadottnál jelentősen vastagabb horganyrétegek felhordása technikailag lehetséges. Folytatólagos szalaghorganyzásnál, egyes gyártóknál ritkán létezik a táblázatban szereplőnél vastagabb bevonat is. A horganyréteg vastagságának növekedésével a várható korróziós élettartam azzal egyenes arányban megnő.

Különböző bevonatú acélelemek összeépíthetősége

A közbeszédben időnként elhangzik, „egy lánc annyira erős, mint annak a leggyengébb láncszeme”. Esetünkben is igaz. Amennyiben többféle horganyzással bevont elemekből előállított acélszerkezetet építenek fel, minden esetben a legalacsonyabb korróziós teljesítményű elem felületén indul meg először a vas korróziója. Az ilyen korrodálódott elem jelentőségétől függően jelenthet kockázatot az adott objektum stabilitására, vagy „csak” esztétikai megjelenésére (1-2. képek).



1-2. kép: Galvanikusan horganyzott és tűzhorganyzott elemek (balra) és vékonybevonatos acélcső korróziója

Javaslatunk, hogy a korrózió és korróziós élettartam szempontjából kiválasztott bevonattípust tudatosan használják a beruházók. Ha megfelel a korróziós igénybevételeknek, akkor galvanikusan horganyzott termékhez vele megegyező teljesítményű bevonatot használjanak, vagy például a tűzhorganyzott felületű acélszerkezethez tűzhorganyzott kivitelű kötőelemeket alkalmazzanak. Az idő előtti korróziós károk minden esetben felesleges többletköltségekhez vezetnek. Ettől csak ritkán van kivétel.

A bevonatvastagság növelésének lehetőségei, korlátjai

Egyes technológiáknál az 1. táblázatban közölteknek akár a kétszerese is elérhető, de természetesen ez egy határon túl nem növelhető. Ennek vannak célszerűségi, gazdaságossági, vagy technológiai korlátjai. A szakaszos tűzhorganyzás (EN ISO 1461) és a fémszórás (EN ISO

2063) technológiáknál rétegvastagság jelentős növelésével a korrózióvédelmi időtartam is megnövelhető. Példa erre, hogy acélszerkezeti tűzihorganyzásnál (EN ISO 1461), ahol az acélösszetétel tudatos megválasztásával könnyedén el lehet érni 200 µm-nél vastagabb horganyréteget. Ilyen magas értékeknél, átlagos korróziós klímában, már extrém hosszú, akár 100-150 éves, karbantartásmentes védelmi időtartam is elérhető.

		C3 korróziós osztály (légtörri korrózió), ISO 9223:2012											
		Szükséges legkisebb horganybevonat élettartam (év)											
Acélminőségek	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (µm)*											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	6	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	6	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35	6	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121

*A cink korróziós vesztesége 1,1 µm/év (MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata) figyelembevételével, az időkategória maximális értéke.

3. táblázat: Rétegvastagság tervezés acélminőség választással C3 kategóriában

A 3. táblázathoz magyarázatul, a rózsaszínnel jelölt élettartamnál az A jelű acélnál kockázatos, vagy nem elérhető a 70-100 év és a feletti élettartam elérése. Ilyenkor célszerű a B és D acélminőségek kiválasztása. A zöld színek a feltétel nélküli alkalmasságot jelentik. A korróziós igénybevétel növekedésével (pl. C4) az alkalmazhatóság változik (4. táblázat).

		C4 korróziós osztály (légtörri korrózió), ISO 9223:2012											
		Tervezett élettartam (év)											
Acélminőségek	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (µm)											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	11	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	11	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35	11	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242

*A cink korróziós vesztesége 2,2 µm/év (MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata) figyelembevételével, az időkategória maximális értéke.

4. táblázat: Rétegvastagság tervezés acélminőség választással C4 kategóriában

Különösen hosszú távra szóló, karbantartásmentes védelmet igényelhetnek például hídszerkezetek, acéltornyok, vagy lakóépületek. Egy határ felett azonban nem célszerű a bevonatvastagság növelése, mert egyrészt az adott acélszerkezet az avulás miatt korrózióvédelem szempontjából túlméretezetté, gazdaságtalanná válik, másrészt a horganyréteg fizikai tulajdonságai (tapadás, szilárdság) jelentősen leromolhatnak. Minden egyes esetben meg kell keresni a műszakilag és gazdaságilag is indokolt korróziós élettartamot.

Egyéb, fentebb ismertetett eljárásoknál – a felsorolt értékeken túl - technikai korlátok szabják meg a fémréteg vastagságát.

a-á

Hiba-e a keményhorganyzemcse, kialakulásának okai

A tűzhorganyzási technológia jellemzője, hogy a horganyfürdőben a termodiffúzió során a termékek felületéről leváló vas-atomok „helyére” cink-atomok diffundálnak a vas (acél)felületbe. A horganybevonat legkülső ötvözet-fázisa az ún. zéta-fázis (FeZn_{13}), más néven leúszó-fázis. A fémfürdőben levő keményhorgany nagy része - szokásos esetben - ebből származik. Minél intenzívebb a termodiffúziós folyamat, annál több Zn-Fe ötvözet-kristály szakad le a horganyzandó termék felületéről a horganyfürdőbe. Ez a cink-vas ötvözet tűzhorganyzás közben leúszik a fémfürdőbe és a vasfelület felől azon rendre újratermelődik. A folyamat szakmai körökben *vasveszteség* néven ismert. Egy horganyfürdő vassal mindig telített (450°C-os olvadékban ez a határ 0,03 t.%), ezért képes bizonyos mennyiségű, átlagosan 0,015-0,025% vasat oldatban tartani, függően a fémolvadék pillanatnyi hőmérsékletétől. A horganyolvadékban levő vas-atomok a cinkkel finomkristályos vegyületet képezve alkotják a keményhorgany szemcséket, melynek felhalmozódott mennyisége függ az egy időszak (pl. hét) alatt lehorganyzott acélszerkezet mennyiségétől és a keményhorgany kiszedés gyakoriságától, módjától. A szemcsék esetenként megjelenhetnek a munkadarabon is (3-4. képek).



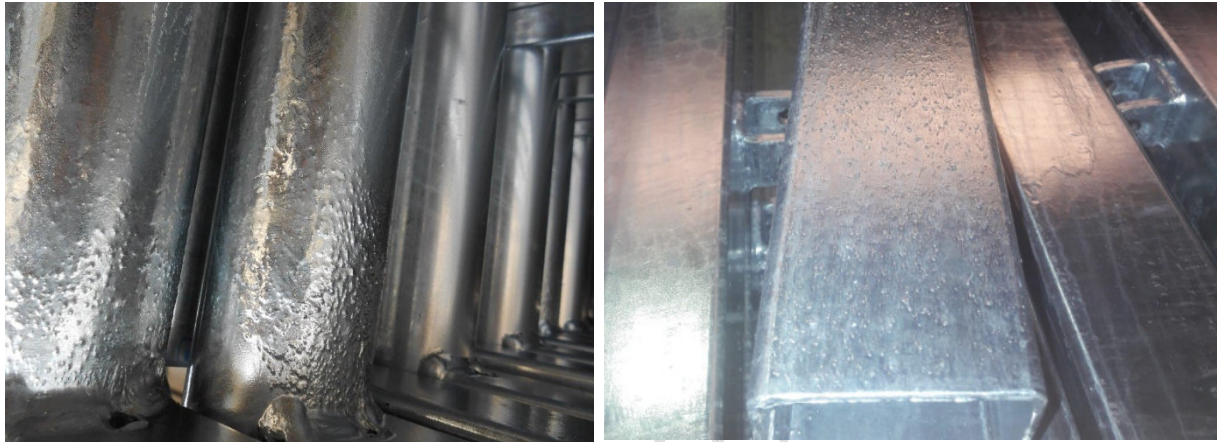
3-4.kép: Keményhorganyzemcsés vasfelületek

Ezek az ötvözetkristályok, mivel kicsi a fajsúlykülönbség köztük és a folyékony cink között, abban lebegnek. Ezek a lebegő-úszó keményhorganyzemcsék a fürdő alja és felszíne közötti hőmérsékletkülönbség miatt kialakuló hőmozgás, valamint a munkadarabok fémfürdőben történő mozgatása okozta „keverő”, hűtő hatása miatt mozgásban vannak. A horganyzókad fenekére már lesüllyedt keményhorganyzemcsék felett a lebegő-úszó szemcsék a fürdő felső felében, a felső 2/3-ában vannak. A keményhorganyzemcsék mennyiségét megnövelheti egy nagyobb, több tonnás horganyzásra kerülő anyagmennyiség. A jelentősebb tömegű bemelegített munkadarabok lehűthetik a horganyfürdőt akár 5-15 °C-kal is. A lehűlő horganyolvadék alacsonyabb hőfokon nem képes az oldatban lévő eredeti vasmennyiséget oldottan tartani és még több keményhorganyzemcse válik ki.

A fémolvadékban lebegő keményhorgany kristályok nagy része kb. 8-16 óra "fürdőpihentetés" után leülepedik a kád aljára, ahonnan ún. keményhorganyszedővel ki lehet emelni. Ez azonban csak a termelési szünetekben (hétvégeken) oldható meg.

Keletkezésének főbb forrásai

Minél több és minél nagyobb felületű terméket tűzihorganyoznak, annál több keményhorgany szemcse kerül a horganyfürdőbe. Forrásai a horganyzandó termékek felülete és az azon levő vas-szennyezés, valamint kismértékben a horganyzókád acélfala. Horganyozáskor történő kiemelésnél, azokon a felületrészeken, amelyekről a szemcsék valamilyen oknál fogva (pl. kis méretű furatok, nyílások, viszonylag nagy, hosszú vagy széles vízszintesközeli felületek stb.) nem tudnak "lecsúszni", lemosódni még a cink megdermedése előtt, beledermednek a bevonat felületébe (5-6. képek).



5-6.kép: Keményhorgany szemcsék a horganyzott termékeken

A keletkező keményhorgany mennyisége a termékelület nagyságának, valamint a termodiffúziós folyamat intenzitásának függvénye. Azaz egy nagy felületű és kedvezőtlen acélminőségű termék felületéről jóval több vas-atom kerül a horganyolvadékba mint egy kisfelületű (pl. vastag köracél) és kedvező acélminőségű (lásd korábbi lapszámainkban) gyártott acélszerkezeti elemről. Ez esetben feltételeztük, hogy a horganyzási kádtéchnológia helyesen van beállítva.

Megjelenése, jelentősége, javíthatósága

Megjelenésük elsősorban a horganyzó kád hasznos méretét majdnem teljesen kitöltő méretű (mélyre merülő), az acélszerkezetek vízszinteshez helyzetű, vagy ahhoz közelítő alsó pozíciójú részein, sarkaiban, zártabb helyein várható.

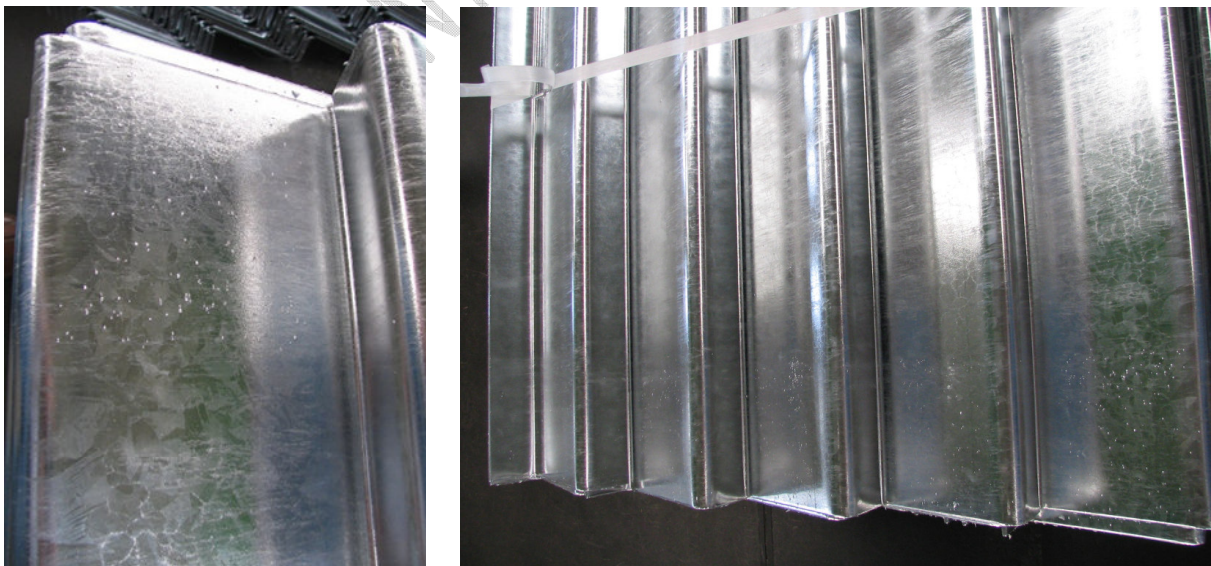
A keményhorganytól származó kisebb érdesség megengedhető, amennyiben a felhasználási célt nem korlátozza (MSZ EN ISO 1461:2023). A felületi érdességet befolyásolja a kialakult horganyréteg vastagsága is, mivel a vékonyabb horganybevonat kevésbé fedi el a felületen megtapadt szemcséket. De ez a helyileg szemcsés felület korrózióvédelmi szempontból egyenértékű a tiszta, sima horganybevonattal, csak esztétikai vagy funkcionális kifogás tárgyát képezheti (pl. korlát-, lépcsőkézfogókon, létrafokokon, általában a kézzel érintésre kerülő szerkezeti részeken, vagy a horganyzás után festésre, szinterezésre kerülő duplex bevonatrendszerknél). Festés előtt mindenképpen szükséges eltávolítani a festékbevonat megfelelő esztétikája érdekében. Azonban, ha csak esztétikai okok állnak a háttérben, úgy

meggondolandó az eltávolításuk. A keményhorgany szemcsék cink-vas ötvözetek, viszonylag magas vas-tartalommal (95-98 t.%). Ezek a fémszemcsék – főleg agresszívebb légkörben – ritkán pontszerű, barnászörös elszíneződést kaphatnak, mely nem a bevonat hibáját jelzi, hanem csak a magasabb vastartalomra utal, de a bevonat korrózióállósága ezzel nem csökken.

Megjegyzés: a fenti jelenség nem keverendő össze az ún. idegen rozsa fogalmával, amikor például a horganyzott felületre köszörülésből, hegesztésből eredő fémszemcsék kerülnek (beégnek), majd ott rozsdásodni kezdenek.

Az eltávolítandó keményhorgany szemcsék felületből kiálló csúcsai óvatos flexezéssel is eltávolíthatók, de inkább javasolt a síkreszelővel történő megfontolt kézi eltávolítás. Reszelés után még látható lesz a szemcsésedés helye, viszont kézzel tapintva már síknak érezhető a felület, amit a festékbevonat probléma nélkül elfed, illetve a légköri korrózió során kialakuló „cinkpatina” idővel elfedheti ezt a színelkülönbséget. Nagymértékű keményhorgany szemcsésedésnél, amennyiben mechanikusan megfelelően nem távolítható el a felületről, akkor javasolt a horganyzó üzemmel megállapodni a "pihent" horganyfürdőben történő újrahorganyzás lehetőségéről. Ha a keményhorgany szemcsék eltávolítása során (flexelés, reszelés) a bevonat megsérülne, akkor az MSZ EN ISO 1461:2023 tűzihorganyzási szabvány előírja a javítás módját. A szakszerűen elvégzett javítás után a termék minden felületén, hosszútávon biztosítva lesz a megfelelő korrózióvédelem.

Az MSZ EN ISO 1461:2023 szabvány a „keményhorganyt”, mint önálló fogalmat nem emeli ki. Ezzel a szabvány alkotói már utalnak a jelentőségére a termék minősége szempontjából. A keményhorgany termékelületen történő tömeges megjelenése általában nem megfelelő termékkialakításra, esetleg túl nagy termékméretre, igen ritkán horganyzó hibára vezethető vissza.



7-8. kép: Enyhén keményhorgany szemcsés felületek

Azt azonban nem lehet kategorikusan kijelenteni, hogy említést sem érdemel. A MSZ EN ISO 1461:2023 szabvány 6.1 pontnál az "érdesség", mint szubjektív fogalom szerepel, ide sorolható be - egyebek mellett - a keményhorgany szemcse is.

Esetenként feltűnő jelenléte, mint technológiai kísérőjelenség korlátozhatja a termék felhasználását (bőrsérülés veszélye, vagy esztétikailag zavaró megjelenése miatt).

Ha külön megállapodás szerint pl. minta szerinti horganyzást kérnek - és a horganyzó elfogadja minőségi mércének - akkor megelőzhető lehet a megjelenése. De ez a horganyzó vállalat saját vállalása, amely döntést a termék méretei, acélminősége, alapanyagának típusa (melegen hengerelt, hidegen hajlított stb.), horganyozási pozíciója, technológiai tudása, olvadáktisztasága stb. alapján hozza meg. Persze szabványon "túli" minőséget is kérhet a megrendelő, ha a horganyzó ezt többletdíjért vállalja.

Összegezve: nem horganyzási hibának nevezhető, de potenciális hibaforrás, mely a fentiek szerint kiküszöbölhető, vagy ha nem korlátozza a felhasználást, a megrendelőnek el kell fogadni. A tűzhorganyzás (EN ISO 1461) nem keverhető össze a díszítő célú galvanizálási technológiával, ahol a sima és nagyon vékony horganybevonatokat egyenáram áram segítségével választják le a munkadarabok felületére (lásd első cikkünket).

i-m

Függesztőeszköz nyomok tűzhorganyzást követő javítása

A száraztechnológiás darabáru tűzhorganyzás folyamata a technológia megjelenése óta lényegében nem változott, csak a berendezései, a technológiát kiszolgáló eszközök és gépek lettek korszerűbbek. Sajátossága a megfelelő kémiai előkezelés, felülettisztítás után a fémfürdőbe, azaz a célszerűen ötvözött horganyba történő bemerítés. Ehhez a kisebb vagy nagyobb tömegű darabokat a kezelőkádák méretéhez igazodva, csoportokba szedve el kell helyeznünk egy speciálisan erre a célra tervezett tartószerkezetre, melynek segítségével az emelőgépek a technológiai soron elvégzik a szükséges emelési feladatokat.



9. kép: Traverz a felfüggesztett termékekkel



10. kép: Függesztés kötöződróttal

A szerkezet az emelőgerenda, más néven traverz, tető (a szerkezet elnevezése egyes üzemekben eltérő lehet), amelyre a terméket fel kell rögzíteni (9. kép). A függesztésre használt eszköz az esetek többségében lágyhuzal (10. kép), kampó, nagytömegű termékeknél hőálló teherlánc. Apró tömegcikkeknél, nagydarabszámú egyszerű szerkezeteknél speciális, a termék jellegéhez kialakított szerszámokat, függesztőeszközöket alkalmaznak, ekkor gyakorlatilag nincs függesztési nyom (11. kép).



11. kép: Készülékre (kampóra) függesztett termékek



12. kép: Köözőhuzal nyoma, mint egy forrasztási nyom

A termék megfogásának általában van nyoma, a függesztésre használt eszköz és a munkadarab érintkezési pontjainál a le nem folyt, ott megdermedő horgany „lágyforrasztást” hoz létre (12. kép). A függesztők mechanikai leválasztásánál bevonathiányok és balesetveszélyes horganytüskék maradhatnak hátra, amelyeket le kell kezelni. A felvastagodást és egyenetlenséget reszelni, csiszolni kell (13. kép), a bevonathiányt horganyfestéssel szükséges bevonni (14. kép).

A megfogás mértékét a horganyzó üzemek igyekeznek csökkenteni, de ehhez gyakran a gyártó pozitív hozzáállása is szükséges. A termékek döntő többségén a szakszerű függesztéshez nem készítenek külön megfogási pontokat, gyakran a szerkezet funkciójához kialakított nyílásokat, meglévő szerelési furatokat kell felhasználni. Viszont ebben az esetben a szerelési furatokat, körkeresztmetszetű reszelővel meg kell tisztítani a horgany maradványoktól. Függesztő helyek, pontok megválasztásánál vegyük figyelembe a megfelelő horganyzási helyzetet is, amihez a termék funkciójához szükséges nyílások nem mindig alkalmasak. A termék

tömegének növekedésével a függesztő anyag mérete, keresztmetszete, felfekvő felülete is növekszik, így nagyobb területen lehetnek megfogási nyomok.



13. kép: Megfogási nyom utókezelése zártszelvény keretszerkezeten



14. kép: Megfogási nyomok lemunkálása, javítása csőszerkezeteken

Gyakran nincsenek furatok, egyszerű megfogási lehetőségek kialakítva, ilyenkor a terméket át kell kötni egy huzal pászmával (15. kép), ami jelentős méretűre növelheti a „megfogás” nyomát. Ez indokolatlan mértékben ronthatja a termék esztétikai megjelenését, minőségét. Éppen ezért, a horganyzáshoz szükséges technológiai nyílások egyeztetésénél fontos tisztázni a termék függesztéséhez szükséges kialakítást (16. kép). A termék felfüggesztése munkabiztonsági kérdés is, a leszedésig a hordozó tartószerkezetről nem eshet le. Olyan módszerek, amelyek nem tudják határozottan és stabilan függesztve tartani az acélszerkezeti elemeket, nem felelnek meg. Ennek a követelménynek a teljesítése növelheti a megfogási nyomokat vagy többlet feladatot ad az acélszerkezet gyártóknak a helyes kialakítás érdekében. A megfogási nyomok túlzott nagysága viszont az utómunkálatokra fordított időt - főként kisebb tömegű szerkezeti elemeknél - aránytalanul megnöveli. Mivel az utómunkálatokhoz kizárólag emberi munkaerőt lehet alkalmazni, a gépesítésre pedig csak csekély mértékben van lehetőség. Ezért a megmunkálási költségek megfelelő szinten tartása érdekében konszenzusra kell törekedni a megrendelő és a tűzihorganyzó között. Apró, tömegcikk jellegű termékek esetében az utómunkálatokat egyes horganyzó üzemek, általában nem vállalják, azt a vevő hatáskörébe utalják.



15. kép: A termék átkötése (a függesztésre alkalmas hely hiányában)



16. kép: Függesztő furatok oszlopokon (fürtös függesztéshez)

A megrendelőnek és a tűzihorganyzó vállalatnak is mindenképpen fontos szem előtt tartani, hogy a felfüggesztést szolgáló „megfogás” módjai és lehetőségei, hozzátartoznak a technológiához és az egyeztetéseknek szerves és fontos részévé válnak.

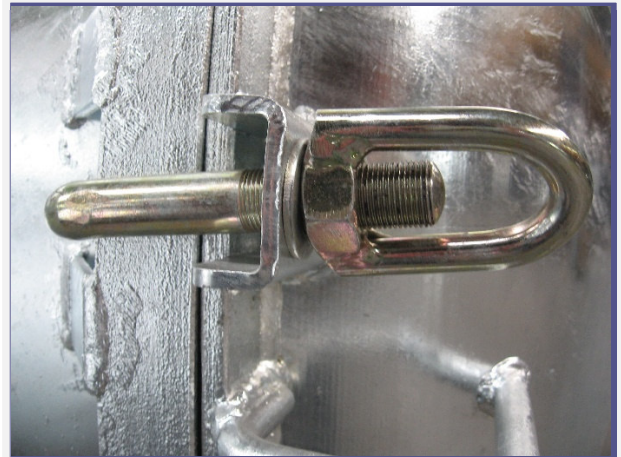
n-m

A horganyzással előállított fémbevonatok időtállósága a rémrétegek vastagságától és hibamentességétől függ

Az acélszerkezet korrózió elleni védelménél arra kell törekedni, hogy egy acélszerkezet védőbevonatának sehol ne legyenek „gyenge pontjai”, mert a korrózió itt fogja leggyorsabban a károkat okozni. A horganyzásra kerülő acélszerkezetek felfüggesztő eszközeinek megválasztása a munkadarab tömegének és kialakításnak függvénye.



Túl vékony horganybevonat idő előtti korróziója



A galvanikusan horganyzott csavaros kötőelem védelmi képességei jóval kisebbek, mint az acélszerkezeté



Gerendák felfüggesztése kötöződrót kötegekkel



Felfüggesztés hőálló teherláncsal

A horganyár alakulása 2025.09. - 2026.02. hónapokban

A közölt adatok a nagytisztaságú (SHG Zinc; 99,995%) havi nyitónapi (01) átlagos, helyszínrre leszállítottan meghatározott horgany eladási árakat mutatják (Forrás: www.feuerverzinken.com).

