



MAGYAR
TŰZIHORGANYZÓK
SZÖVETSÉGE

Tűzihorgany bevonatokkal szemben támasztott követelmények és vizsgálati módszerek



Útmutató és magyarázatok
az MSZ EN ISO 1461: 2009 szabványhoz

2010

Ajánlás:

A tűzihorgany bevonatok kémiai összetétele, vastagsága és hibamentessége döntő mértékben meghatározzák a korrózióval szembeni ellenálló képességüket. Az újonnan megjelent EN ISO 1461: 2009 szabványban – a korábbi előíráshoz viszonyítva – néhány helyen jelentős változások vannak. A Magyar Tűzihorganyozók Szövetsége az általa legfontosabbnak ítélt pontoknál részletes magyarázatokkal szolgálja az egyszerűbb megértést és alkalmazást. Egyszerű példák, képek bemutatásával támogatja a szabványban rögzítettek minél jobb elsajátítását. Kiadványunkat elsősorban tűzihorganyzott acélszerkezetek tervezőinek, gyártóinak és minőségügyi szakembereknek ajánljuk, de fontos információkat találnak benne a termékek felhasználói is.

Kiadja:

A Magyar Tűzihorganyozók Szövetsége
2400 Dunaújváros, Gőzmalom u. 6.
www.hhga.hu
info@hhga.hu

Tartalom:

	Oldal
A szabvány kiadásának előzményei	1
1. Alkalmazási terület	1
2. Rendelkező hivatkozások	2
3. Fogalmak, szak kifejezések	2
4. Általános követelmények	5
5. Átvételi vizsgálat és mintavétel	6
6. A bevonat tulajdonságai	6
7. Műbizonylat	14
A melléklet (előírás): Közlendő információk	14
B melléklet (előírás): Biztonsági és eljárási követelmények	17
C melléklet (tájékoztatás): Bevonat nélküli vagy sérült területek javítása	17
D melléklet (tájékoztatás): A rétegvastagság meghatározása	17
E melléklet (tájékoztatás): Tűzihorganyzással kialakított bevonatok korrózióval szembeni ellenálló képessége	17

Figyelem!

A tájékoztató kiadványban megtalálható információkat a Magyar Tűzihorganyozók Szövetsége a legnagyobb gondossággal állította össze. Ugyanakkor nem vállal felelősséget a kiadvány használatából eredően bekövetkező kárért és veszteségért. A dokumentumban található információk, képek bármilyen formátumú sokszorosítása csak a kiadó írásos engedélyével történhet.

Ez a kiadvány nem helyettesíti a magyar nyelven megjelent és az eredeti angol nyelvű szabványt, csak magyarázat az európai szabvány magyar nyelvű változatához.

A magyar nyelvű változatot (MSZ EN ISO 1461: 2009) a Magyar Szabványügyi Testület tette közzé, alkalmazása a vonatkozó törvény (1995. évi XXVIII tv. 6. §) alapján önkéntes. Azaz alkalmazása a tűzhorganyzó és a megrendelő közötti megállapodástól függ. A felek megállapodhatnak ettől eltérő szabvány szerinti tűzhorganyzásban is (pl.: korábbi és más nemzeti szabványok előírásaiban).

A magyar nyelvű szabvány forrása az európai szabvány (EN ISO 1461: 2009) 2009. augusztus 1-jén kiadott angol nyelvű szövege.

Szürkével kiemelve a magyar nyelvű kiadásból pontosan idézett részek szerepelnek.

A szabvány kiadásának előzményei

A tűzhorgany bevonatok minőségére vonatkozó előírásokat évtizedeken keresztül minden európai országban nemzeti szabványok tartalmazták. Az európai és nemzetközi együttműködés kiszélesítése eredményezte, hogy az egyes országok saját szabványaik mellett/helyett bevezették az országok közötti megállapodások útján kialakított nemzetközi szabványokat (ISO, EN).

Az MSZ EN ISO 1461: 2000 szabvány bevezetésével Magyarországon visszavonásra került a korábban érvényes magyar szabvány (MSZ 18866-81: Acélszerkezet tűzimártó eljárással

kialakított horganybevonatának követelményei).

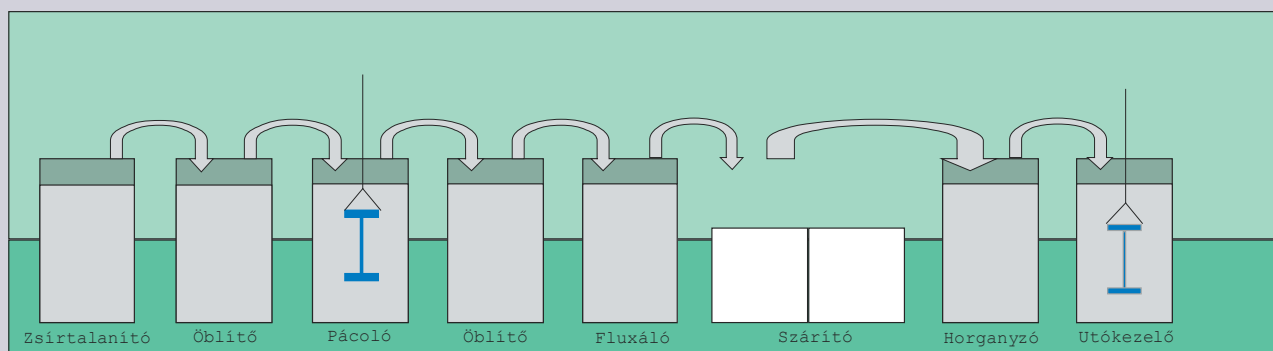
Az EN ISO 1461:1999 szabvány felülvizsgálata eredményeképpen megújult a nemzetközi szabvány, melyet a CEN (Comité Européen de Normalisation) 2009. április 30-án jóváhagyott és 2009. májusában EN ISO 1461: 2009 néven új előírás jelent meg.

Hazánkban 2010. március 1-jével a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége anyagi támogatásával, a Magyar Szabványügyi Testülettel együttműködve jelent meg az MSZ EN ISO 1461: 2009 szabvány.

Az előírás az előző kiadáshoz képest több ponton megváltozott.

1. Alkalmazási terület

A szabványban foglaltak tűzhorganyzott acélszerkezetekre, öntvényekre vonatkoznak, melyek méretei a legkisebb termékektől (szegek, fittingek) kezdve az egészen nagyméretű (akár tíz méter feletti hosszúság) terjedhetnek. Ezek készregyártott darabok, melyeket önállóan, vagy összeszerelés után használnak fel. Utólagos megmunkálásuk a horganyréteg károsodása nélkül nem lehetséges. Az ilyen acéldarabokra kerülő bevonatokat olyan összetételű fémolvadékba történő bemelegítés közben állítják elő, mely a horganyon (Zn) kívül legfeljebb 2% egyéb más fémot tartalmaz.



Az acélszerkezetek tűzhorganyzási eljárása

Nem vonatkozik a szabvány az alábbi termékekre:

- Folytatólagosan tűzhorganyzott lemezre, huzalra és azokból gyártott termékekre.
- Automata (vagy félautomata) sorokon tűzhorganyzott csövekre.
- Olyan speciális acélermékere, melyekre külön szabványok vonatkoznak (pl. kötőelemek). Ezek jelen szabványtól eltérő előírásokat tartalmazhatnak.

2. Rendelkező hivatkozások

A szabványban található hivatkozások a kiadáskor aktuális előírásokra vonatkoznak. Ezek közül kiemelten kezeljük azokat, melyek a tűzhorganyzott acélszerkezetek felhasználásához közvetlenül kapcsolódnak. A hivatkozott dokumentum legutolsó kiadását (módosításaival együtt) kell figyelembe venni.

„EN 1179 Horgany és horganyötvözetek. Elsődleges horgany.”

„ISO 1460 Fémes bevonatok. Tűzhorgany-bevonatok vasanyagokon. A felületegységre jutó tömeg gravimetriás meghatározása.”

„ISO 2064 Fémes és más szervesetlen bevonatok. A vastagságmérésre vonatkozó fogalom meghatározások és megállapodások.”

„ISO 2178 Nemmágneses bevonatok mágnesezhető alapfelületeken. A bevonatok vastagságának mérése. Mágneses módszer.”

3. Fogalmak, szakkifejezések

Zárójelben az eredeti angolnyelvű és németnyelvű fogalmak találhatók.

3.1. Tűzhorganyzás (hot dip galvanizing, Feuerverzinken, Stückverzinken)

„Horganyból és/vagy horgany-vas ötvözetekből álló bevonat előállítása vas- és acéltermékeken az előkészített acél vagy öntöttvas olvasztott horganyba való merítésével.”

A technológián belül lehetséges olyan bevonatot kialakítani, ahol a horgany-vas ötvözetű rétegek aránya optimális, de lehet ettől eltérő is. Vannak

nagy részben horganyból, valamint alig kimutathatóan vékony ötvözetű rétegből álló bevonatok is. Ugyanez megfordítva is előfordulhat, azaz lehetnek tisztán horgany-vas ötvözetből állók minimális vékonyságú tiszta horganyréteggel borítva, vagy a nélkül. Ezek valamennyien e szabvány hatálya alá tartozhatnak.

3.2. Tűzhorgany bevonat (hot dip galvanized coating, Zinküberzug)

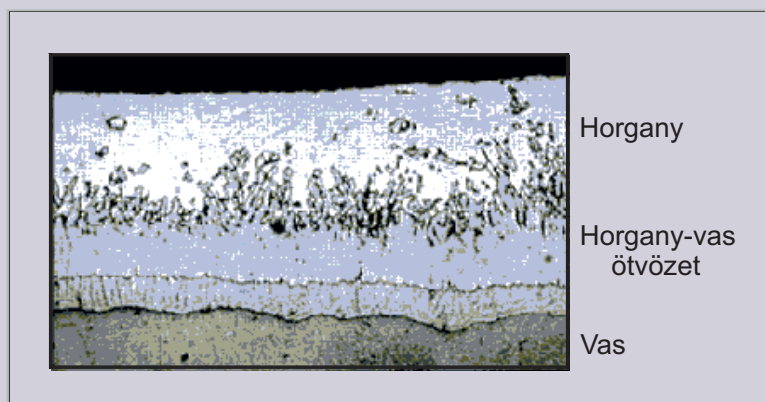
„Tűzhorganyzással kapott bevonat.”

A fogalom kifejezetten az azt létrehozó technikára és eljárásra utal. Ugyanis „horganybevonat” néven léteznek más eljárással képzett bevonatok is. Például: galvanizálással kialakított, vagy fémporba ágyazással felhordott horganybevonatok. Az egyes bevonattípusok tulajdonságai között lényeges különbségek vannak.

3.3. A bevonat tömege (coating mass, Masse des Überzugs)

„A horgany és/vagy horgany-vas ötvözetek felületegységre jutó teljes tömege. A bevonat tömege gramm per négyzetméterben van kifejezve (g/m^2).”

A tűzhorganyzással kialakított fémréteg nemcsak horganyból, hanem horgany-vas ötvözetekből is áll. Az ötvözetű réteg szerves része a védőbevonatnak, ezt a réteget különféle ötvözetű fázisok alkotják.



Tűzhorgany réteg mikrosziszolata

3.4. Bevonatvastagság (coating thickness, Überzugsdicke)

„A horgany és/vagy horgany-vas ötvözetek teljes vastagsága. A vastagság mikrométerben (μm) van kifejezve.”

A legfelső tiszta horganyfázis és az alatta levő horgany-vas ötvözetek együttesen adják a réteg vastagságát. Ez mikrométer (ezred milliméter) pontossággal mérhető az előírás szerinti mérőműszerekkel (pl. ISO 2178).

A bevonat vastagsága a technológiából adódóan nem egyenletes, alakulását elsősorban a vas/acél kémiai összetétele, a felület érdessége befolyásolja (előző képünk).

3.5. Lényeges felület (*significant surface, wesentliche Fläche*)

„A termék az a része, amely a bevonattal be van vagy be lesz vonva, és amelynek a használhatósága és/vagy megjelenése szempontjából a bevonat lényeges.”

A tűzhorganyzási gyakorlat során félreértésre adhat okot a horganybevonat jóságának értelmezése. A védőrétegnek minden esetben elsődleges feladata a szerkezet/szerkezet rész korrózió elleni védelme, egyéb tényezők legtöbbször másodlagosak. Amennyiben például az esztétikai megjelenésnek, vagy felületi simaságnak is kitüntetett jelentősége van, azt a horganyzóval külön megállapodásban kell rögzíteni. Ezeket az elsődleges felületeket (lényeges felületek) egyértelműen meg kell különböztetni a többi felületről.

A megkülönböztetés történhet:

- mintán,
- rajzon,
- képen,
- szövegben.

Példák a lényeges felületre:

- korlátok, oszlopok, stb. kézzel érintkező felületei,
- acélszerkezetes homlokzatok szemmel jól látható részei,
- egymásra fekvő felületek (szerelés miatt),
- nagy lemezfelületek feltűnő részei,
- tartályok belső felületei (annak ellenére, hogy nem látszik),
- vagy a felhasználáskor egymáson elcsúszó felületek (pl. tolózárok), stb.

Példák a kevésbé lényeges felületekre (ahol a felületi egyenetlenség megengedett lehet):

- zárt szelvényből készített rácsos acélszerkezetek belső terei, ahol a bevonaton levő egyenetlenségek megengedettek,
- acélszerkezetes tornyok magasban levő felületei, ahol megengedhető a felületi egyenetlenség,
- bebetonozásra kerülő horganyzott acél-oszlopok betonba kerülő részei, stb.

3.6. Ellenőrzési minta (*control sample, Prüfmuster*)

„A tételből a vizsgálatra kivett termék vagy termékcsoport.”

A szabvány 5. pontja előírja, hogy egy-egy szállítmánynál (tétel) hogyan kell mintát venni. Ettől

természetesen a horganyzó és a megrendelő külön írásbeli megállapodással eltérhet.

3.7. Vonatkoztatási terület (*reference area, Referenzfläche*)

„Az a terület, amelyen belül az önálló méréseket adott szám-ban el kell végezni.”

A szabvány 6.2.3. pontja meghatározza az acélszerkezet lényeges felülete(i) és referencia területe(i) közötti összefüggéseket, azaz a szabványos vizsgálathoz mekkora lényeges felületen mekkora számú vonatkoztatási (referencia) területet kell kijelölni.

3.8. Helyi rétegvastagság (*local coating thickness, örtliche Schichtdicke*)

„A bevonatvastagság mágneses vizsgálattal meghatározott számú mérésből számított átlagértéke egy vonatkoztatási területen belül, vagy a bevonatvastagság egy gravimetriás vizsgálatból származó értéke.”

Egy-egy referencia (vonatkoztatási) felületen belül több mérést kell végrehajtani (6.2.3.). Ezek matematikai átlaga adja a helyi rétegvastagságot. Ebből következően egy referencia felületen belül mért rétegvastagságok között lehetnek a szabványban előírtnál vékonyabb rétegek is, amennyiben az egy referencia felületen belül mért értékek matematikai átlaga eléri a szabványban előírt értéket.

A gravimetriás vizsgálat roncsolással történő ellenőrzés, ezért az ilyen eljárással kapott mérési eredmények automatikusan az átlagos rétegvastagságot adják.

Értékeit a szabvány 3. táblázata tartalmazza.

3.9. Átlagos rétegvastagság (*mean coating thickness, durchschnittliche Schichtdicke*)

„A helyi rétegvastagságok átlagos értéke.”

Az előző pontban ismertetett helyi rétegvastagságok összességének matematikai átlaga (tehát az átlagok átlaga) egy darabon, vagy mintacsoporton belül. Ezek nagysága meghaladja a helyi rétegvastagságok előírt értékeit. Értékeit a szabvány 3. táblázata tartalmazza.

3.10. A bevonat helyi tömege (*mean coating mass, örtliche Masse des Überzugs*)

„A bevonat tömegének egyetlen gravimetriás vizsgálatból kapott értéke.”

A roncsolásos vizsgálatból kapott érték gramm per négyzetméter (g/m^2) egységben. Ez az érték

a vizsgálat során lemaratott bevonatból származó tömegvesztés egy négyzetméterre számított tömege.

Meghatározása laboratóriumi körülmények között történik. A mintának kijelölt munkadarab bevonata roncsolódik.

3.11. A bevonat átlagos tömege (mean coating mass, durchschnittliche Masse des Überzugs)

„A bevonattömegeknek az 5. fejezet szerint kiválasztott ellenőrző minta ISO 1460 szerinti vizsgálatokkal meghatározott középértéke, vagy az átlagos rétegvastagság (lásd a 3.9. szakasz) átszámításával meghatározott értéke.”

Egy-egy vizsgált mintán levő átlagos tömeget nemcsak gravimetriás, hanem roncsolásmentes vizsgálatok eredményeképpen is meg lehet határozni. Az utóbbi meghatározásánál a vizsgálattal kapott átlagértéket (μm) át kell átszámítani az átlagos tömegre (g/m^2).

Az átszámítás módja:

$$T_{\text{átl.}} [\text{g}/\text{m}^2] = V_{\text{Zn átl.}} [\mu\text{m}] \times 7,2 [\text{g}/\text{cm}^3]$$

ahol:

$T_{\text{átl.}}$: a bevonat átlagos tömege

$V_{\text{Zn átl.}}$: átlagos rétegvastagság

$7,2 \text{ g}/\text{cm}^3$: a horgany névleges sűrűsége.

Fontos megjegyzés: a bevonat átlagos és helyi tömegét mindig a minta *csak egyik* oldalára kell számítani!

3.12. A rétegvastagság legkisebb értéke (minimum value of the coating thickness, Minimalwert)

Egy vonatkoztatási területen belüli legkisebb egyszeri mérési érték gravimetriás vizsgálat esetén, vagy a mérési értékek meghatározott számából kapott legkisebb középérték mágneses vizsgálat esetén.

A rétegvastagság legkisebb értéke egy referencia területen (vonatkoztatási területen) belül gravimetriás vizsgálatnál. Mágneses vizsgálatnál a mintán mért helyi rétegvastagságok legkisebb értéke (azaz a legkisebb matematikai középérték).

3.13. Vizsgálati tétel (inspection lot, Prüfmenge)

Egyszeri megrendelés vagy egyszerre leszállított rakomány.

Általában a szabvány szerinti megfogalmazás érvényes. Kivételt képez, ha folyamatosan ütemezett be- és kiszállítások vannak. Ilyenkor a horganyzó és a megrendelő között meg kell állapodni a vizsgálatok gyakoriságáról.

3.14. Átvételi vizsgálat (acceptance inspection, Abnahmeprüfung)

További megállapodások hiányában egy vizsgálati tétel ellenőrző vizsgálata a tűzhorganyzó üzemben.

Ez lehet egy darab, kiválasztott több darab, vagy egy, esetleg több termékcsoporthoz.

3.15. Bevonat nélküli terület (uncoated area, Bereich ohne Überzug)

A vas-vagy acéltermékeknek azok a területei, amelyeken vas-horgany reakció nem jött létre.

A bevonat nélküli területeket meg kell különböztetni a bevonat sérüléseitől. A horganyolvadékba merített acélszerkezetek felületén vas-horgany reakció minden olyan területen végbemegy, ahol az alapanyag minősége és felületi tisztasága ezt megengedi, illetve a fémolvadék hozzá tud férni a fémfelülethez (légzsákok nem keletkeznek).

Bevonat nélküli felületeket eredményezhetnek a festékes, ragasztós, bitumenes, stb. felületek, nyomai. Ezek a felületek nem jön létre vas-horgany reakció, így nem tud kialakulni a bevonat.



Ragasztós, festékes, bitumenes, stb. felületek bevonathiányt okoznak

3.16. Horganyolvadék (zinc melt, Zinkschmelze)

Az elsősorban horganyt tartalmazó olvadék tömege.

Az olvadék kb. 450°C hőmérsékletű és két részre osztható. A fémfürdő felső fele (kb. 80-85%-a a teljes olvadékszintnek) a technológiai kezelés helye, ide merítik be a horganyzandó termékeket. Az alsó része a salakszint, ide ülepedik le az ún. keményhorgany (alsó salak). Ebben a zónában nem folyik horganyzás, a fémfürdő aljáról salakot időnként eltávolítják.

3.17. Kiszivárgás hegesztési kötéseknél (weld seepage, Spalt und Porenaustritt an Schweißverbindungen)

Elsősorban a hegesztett felületek közötti kis résben vagy egy horganyzott termék hegesztési varratainak apró üregeiben (tűlyukak) megrekedt, előkezeléshez használt oldat kijutása.

Hibás hegesztési varratoknál (vagy körbe nem hegesztett átlapolt felületek esetén) a horganyzási technológia folyadékai bejutnak a felületek közé és onnan nem tudnak maradéktalanul kifolyni, esetleg ki nem tisztított felületek is maradnak. A horganyzás folyamán ezeket a pórusokat, hézagokat a horgany nem tudja elfedni, így a bevonat kihülése után szennyeződés és folyadékmaradványok (pl. Cl⁻-ionok) maradnak a részlegesen elzárt hézagokban.

Az ilyen szerkezetek felületén a felhasználás során sötét színű, korrozív kifolyások, szivárgások fordulhatnak elő, melyek rontják az acélszerkezet értékét.



Kifolyások, szivárgások tűzhorganyzott felületen

4. Általános követelmények

4.1. Általános vonatkozások

Ez a szabvány csak a horganyolvadék és a tűzhorganyzással kialakított bevonatokkal szemben támasztott követelményeket tartalmazza. Az acél alapanyaggal és konstrukcióval kapcsolatos előírásokat más szabványokban (MSZ EN 10025-2, MSZ EN ISO 14713) vannak előírva.

4.2. A horganyolvadék

A szabvány e pontja szerint a megolvasztott horgany kémiai összetétele a horganyon kívül – a vas (Fe) és ón (Sn) kivételével – tömegarányban legfeljebb 1,5% kísérőelemet (szennyező és/vagy

ötvöző) tartalmazhat. A beolvasztásra kerülő horganytömbök eltérő mennyiségben tartalmaznak egyéb fémeket. Ezek értékeit különféle szabványok (ISO 752, EN 1179, EN 13283) tartalmazzák.

A tűzhorganyzó üzemek egy része tiszta és jól ötvözhető horganyolvadékokat alkalmaz, míg mások kisebb tisztaságú horganyt (98,5%) olvasztanak be. Vannak üzemek, akik a drágább három- vagy négykilences (99,9%, 99,99%) tisztaságú horganyt használnak fel, az olvadékot még tovább ötvözik. Ezek az ötvözők sokfélék lehetnek (pl. ón (Sn), alumínium (Al), nikkel (Ni), bizmut (Bi)). Mennyiségük akkora, hogy nem méríthetik ki a szabvány 1. fejezetében foglaltakat. Az 1. és 4.2. pont közötti látszólagos ellentmondást feloldja, hogy a vas és ón kivételt képez.

A fentiek okai a következők:

- A horganyfürdő vassal mindig telített állapotú (450 °C-on kb. 0,03% Fe-tartalmú)
- Az ón lényeges kísérőeleme a másodlagos (visszanyert) horganynak, ugyanakkor csekély mennyiségű ón ötvözással pozitívan lehet befolyásolni a bevonat küllemét és egyéb tulajdonságait. A fenti szabályzással lehetőség van a másodlagos horgany (szekunder cink) felhasználására is, ami fontos gazdasági és környezetvédelmi kérdés.

Gyakorlati példa: az adott tűzhorganyzó az olcsóbb 98,5%-os tisztaságú horganyt vásárolja és használja fel, amelyben legfeljebb 1,5% a kísérőelemek mennyisége. Az 1. fejezet szerint az olvadék legfeljebb 2% más fémeket tartalmazhat (98% tisztaságú Zn), azaz 0,5% - 0,03% (Fe) = 0,47% lehetősége van a horganyzó üzemnek arra, hogy változzék a fémolvadék összetétele (szennyezés, ötvözés). Ezt minden tűzhorganyzó be tudja tartani.

Szabályos időközönként ellenőrizni kell az olvadék összetételét, amely a beolvasztott horgany minősége és horganyzási folyamat miatt (fluxszennyezés, fémbeoldódás) változik. Kivétel nélkül minden fémfürdő tartalmaz kisebb-nagyobb mennyiségben ólmot (Pb). Ez, mint szennyező (elsősorban a másodlagos horganyban), vagy mint technológiai anyag kerülhet a kádba. Az utóbbi esetben a már fel nem oldódó ólom mennyiség a horganyfürdő alján összegyűlve a később rajta felrakódó keményhorgany kiszéledését segíti elő. Az ólom alkalmazását már több országban korlátozták. A fenékolom alkalmazása Magyarországon is visszaszorult, megszűnik.

A horganyolvadékok ónnal, ólommal, bizmutteral történő ötvöztetésének korlátot szab, hogy ezek a kémiai elemek hajlamossá teszik a horganyolvadékot arra, hogy az ún. olvadt fém által indukált feszültségkorróziós repedést (Liquid Metal Embrittlement, Flüssigmetallinduzierte Korrosion) okozzon az acélszerkezetben. Erre vonatkozóan a német építésügyi bizottság (Deutscher Ausschuss für Stahlbau) Richtlinie DAST-022: 2009 kiadványa ad bővebb tájékoztatást.

A horganyzó üzemek a fentiek miatt ezen ötvözők mennyiségét megfelelően korlátozzák.

Az ivóvízzel érintkező munkadarabok esetében az olvadék kémiai összetételét szigorúan szabályozzák (EN 10240).

A folyamatos vas beoldódás (fluxból, munkadarabról, horganyzókad faláról) következtében a horganyban túltelítődés is lezajlik. A túltelített horgany-vas kristályok (kb. 6,2% Fe-tartalmú) összegyűlnek a fémfürdő alján (keményhorgany), amit időközönként kiemelnek.

A fenti fémek mellett a bevonat tulajdonságainak (küllem, vastagság, színezet) javítása érdekében más fémeket is alkalmazhatnak, mint ötvöző.

Alumínium: gyakran használatos ötvöző, mely a horganybevonatot csillogóvá, vékonyabbá és rugalmasabbá teszi. Ugyanakkor túlzott mennyisége (0,03% és felette) korlátozza a bevonat kialakulását (mennyisége az alkalmazott flux anyag függvénye).

A horganyzási technológia fejlesztésének fő iránya a bevonatok tulajdonságainak javítása érdekében a horganyfürdő különféle fémekkel történő ötvöztetése.

Nikkel, ón, bizmut: több horganyzó használja őket, általában ún. előötvöztetként kerülnek az olvadékba. A bevonat képződésének folyamatára hatnak, befolyásolni lehet velük a kialakuló horganyréteg tulajdonságait.

4.3. A megrendelő által adandó kötelező tájékoztatás

A szabvány A.1 és A.2 fejezete tartalmazza azokat a nagyon fontos információkat, melyeket a megrendelőnek a tűzhorganyzó számára biztosítani kell (lásd később). Ezek a megfelelő mi-

nőségű bevonat létrehozása érdekében adandó elengedhetetlen információk.

4.4. Biztonság

A szabvány „B melléklete” tartalmazza a szükséges tudnivalókat, melyekre a későbbiek folyamán térünk ki.

5. Átvételi vizsgálat és mintavétel

A tűzhorganyzó üzemnek – egyéb megállapodás hiányában – mielőtt a lehorganyzott termék elhagyja az üzem területét, el kell végezni a mintavételt, a minták ellenőrzését, és a tétel minősítését.

A szabvány 1. táblázata mutatja a vizsgálandó minták legkisebb mennyiségére vonatkozó darabszámokat.

1. táblázat: Az ellenőrzési minta darabszáma a tétel nagyságára vonatkoztatva

Darabszám a tételben	Az ellenőrzési minta legkisebb darabszáma
1-től 3-ig	az összes
4-től 500-ig	3
501-től 1200-ig	5
1201-től 3200-ig	8
3201-től 10 000-ig	13
>10 000	20

Kötelezően vizsgálandó jellemzők:

- A bevonat külső megjelenése,
- A bevonat vastagsága.

A bevonat tapadására vonatkozó vizsgálatok a tűzhorganyzó számára nem kötelezőek, annak módjában a feleknek külön meg kell állapodniuk.

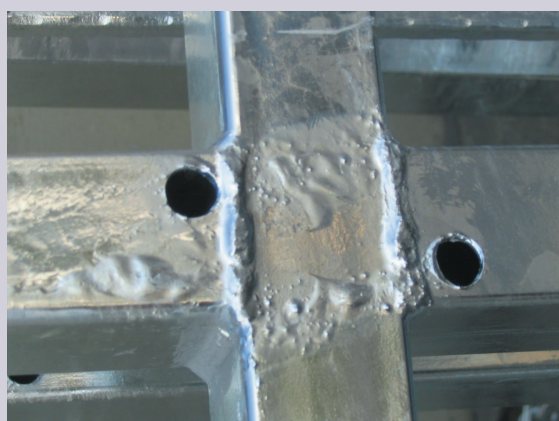
6. A bevonat tulajdonságai

6.1. Külső megjelenés

„Az átvételi vizsgálatkor az összes tűzhorganyzott darab lényeges felülete(i) szabad szemmel, legalább 1 m távolságból vizsgálva mentes(ek) legye(ek) csomóktól, hólyagoktól (azaz a szilárd fémhez való kötődés nélküli, kiemelkedő területektől), érdességtől és éles csúcsoktól (ha azok sérülést okozhatnak), valamint bevonat nélküli területektől.”



Lényeges felületeken a cseppek nem megengedettek



Kifolyások és felvastagodások

A technológia *elsődleges célja a korrózió elleni védelem*, a küllem, a díszes megjelenés *másodlagos*.

Amennyiben ez utóbbi is *elsődleges követelmény*, akkor erről a tűzhorganyzó üzemmel meg kell állapodni, mert különleges intézkedéseket igényelhet (acélminőség megválasztása, speciális termékkezelés és kikészítés, stb.).

A tűzhorganyzási technológia nem tévesztendő össze olyan eljárásokkal (pl. elektrolitikus horganyzás), melyeknél az *elsődleges szempontok* között szerepel a bevonat külső megjelenése és felületi simasága. A tűzhorganyzásnál – a technológiai sajátosságokból adódóan – nem lehet elkerülni a kisebb-nagyobb felületi egyenetlenségeket. Ezek nagyságát viszont korlátozni lehet. A termék *lényeges területeinek* megjelölése azt a célt szolgálja, hogy ezeken a területeken a horganyzó üzem különös gondossággal ügyeljen a bevonat előírt jellemzőinek biztosítására.

Indokolt esetben – a viszonyítási alap (etalon) biztosítása érdekében – javasoljuk a *minta szerinti* (kijelölt mintadarab) tűzhorganyzásról történő megállapodás megkötését, ugyanis a megrendelő számára megfelelő érdesség fogalmát nem lehet pontosan meghatározni.

„Sötétebb vagy világosabb szürke területek (pl. hálómintás vagy sötétszürke területek) vagy kismértékű felületegyenetlenség nem ok a visszautasításra.”



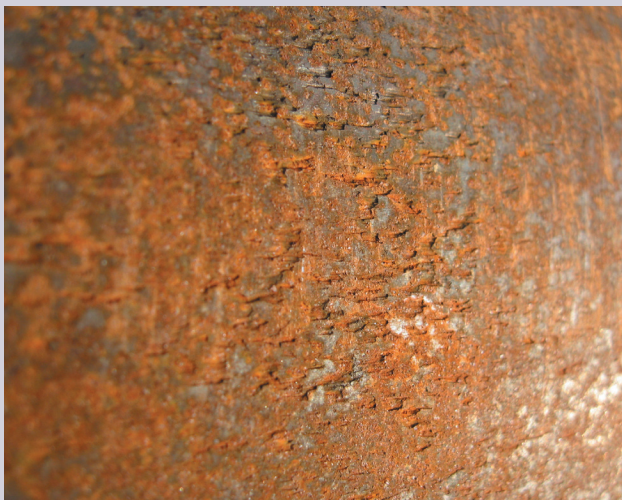
Szürke foltos bevonat



Hálómintás bevonat

A fenti színezetű bevonatok megjelenését *nem lehet kifogásolni*, kivéve akkor, ha megjelenésük megakadályozásáról külön megállapodtak a tűzhorganyzó üzemmel. Az ilyen bevonatok megjelenésének *elsődleges oka* az acélok kémiai összetételében keresendő, de visszavezethető még a szerkezet konstrukciójára (vastag anyagok, nehezen lehűlő zárt terek) is. Csak ritkán fordul elő, hogy a tűzhorganyzó technológiájára vezethetők vissza a fenti jelenségek.

Sokszor tűzhorganyoznak melegen hengerelt, húzott acélszelvényeket. Ilyenkor a hengerlési nyomok, behengerelt revéfészkek megnehezítik a horganyzási technológia végrehajtását. A felületelőkészítés után a termékek felületén maradt hengerlési hibák *nem róhatók fel a tűzhorganyzónak*, mert azokat az üzem sósavas pácolással nem tudja eltávolítani. Réteges, revés acélfelületek esetében legtöbbször nem lehetséges a megfelelő horganybevonat kialakítása, ugyanis az szivacsos és porózus lehet. Ezért az ilyen felületeket még a horganyzóba történő beszállítás előtt le kell munkálni.



Felületi hibák a nyers acélsővön



Hengerlési nyomok horganyzás után

Ezeket a hengerlési, meleg húzási maradványokat még az acélszerkezetgyártás előtt kell a szálanyagok, lemeztáblák felületéről eltávolítani (pl. szemcseszórással), mert megkönnyíti magát a gyártási folyamatot is.

„Nem ok a visszautasításra a fehérrozsda folt sem, elsősorban a bázisos cink-oxid (amely a tűzhorganyzás utáni nedves körülmények közötti tárolás során jön létre), feltéve, hogy a bevonat vastagsága az előírt legkisebb érték felett marad.”



Fehérrozsda felület



Erősebben fehérrozsda felület

A cink-oxid, cink-hidroxid és egyéb korróziós termékek képződése természetes velejárója a horgany (cink) szabad levegőn történő korróziójának, általában nem képezheti reklamáció tárgyát, (amennyiben a horganyzó üzem tűzhorganyzás után a termékek átadásáig vállalja azok száraz levegőn történő tárolását, erről írásban megállapodhatnak. Ilyenkor az acélszerkezetek vevőnek történő átadásáig meg lehet akadályozni a fehérrozsda foltok kialakulását).

A cink-hidroxid légnedvesség (pl. esővíz, kondenzvíz) hatására alakul ki ($\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$), majd a levegő szén-dioxid-tartalma segítségével nagy részben bázisos cink-karbonáttá, azaz a horganyt védő cinkpatinává alakul át, illetve abba beépül. Csak a frissen horganyzott termékeken jön létre, tehát ahol a horganybevonatot védő cinkpatina már kialakult, ott nem kell vele számolni. Amennyiben a frissen horganyzott felületet folyamatosan nedvesség éri (nem szárad meg), akkor fennáll a kockázata, hogy nem tud kialakulni a cinkpatina, hanem rajta a cink-hidroxid folyamatosan és gyorsan képződik. Ilyenkor fellép az erős fehérrozsdaosodás veszélye, mely súlyosabb esetben károsíthatja a horganyréteget. Amennyiben a tűzhorganyzott acélszerkezet horganyzás után további védőbevonatot kap (duplex-védelem), lehetőség szerint meg kell előzni a legkisebb mértékű fehérrozsda kialakulását is. Ennek oka, hogy a festés, vagy porszórás előtt maradéktalanul el nem távolított fehérrozsda maradvány a műanyag bevonat/vagy festék alatt elbomlik és a bomlástermékei egy része gáz alakjában igyekszik eltávozni a bevonat alól (kigázosodás), mely porózus réteget, vagy festékleválást okozhat.

A fehérrozsdaosodás elkerülésére számos intézkedés létezik, melyeket a tűzhorganyzók, vagy a

nemzeti szövetség által kiadott segédletek tartalmazzák.

„Folyósítószer maradványokat nem szabad megengedni.”

A folyósítószer (flux, folyasztószer) maradványok agresszív klorid-ion (Cl^-) tartalmúak, ezért a levegő nedvesség jelenlétében erősen károsítják a horganyréteget. A horganyzó hibájából ritkán fordul elő. Gyakoribb eset, amikor a nyitott szelvényeknél (L, U, C) a hiányzó, vagy nem megfelelően kialakított technológiai nyílások miatt a flux maradványok nem tudnak a fürdő felszínére úszni. Ilyenkor a maradványok miatti utómunkálatok jelentős többlet ráfordítást igényelnek, melyek elvégzéséről, a javítás módjáról és költségeiről a szerződő feleknek a horganyzás elvégzése előtt meg kell állapodni.

„Horganyvastagodásokat vagy horganyhamut nem szabad megengedni ott, ahol azok befolyásolhatják a tűzhorganyzott tárgy rendeltetésszerű használatát vagy korrózióellenállási követelményét.”



Horganyzó salakfeltapadás

A horganyzó salakok maradványai nem megengedettek, mert higroszkopikusak, nedvesség hatására megduzzadnak, valamint nagy Cl^- -ion tartalmúak, ezért erősen korrózió hatásuk van.

Egy acélszerkezeten megjelölt lényeges területek alapján meg lehet állapítani, hogy még megengedhetők-e az itt megadott szennyeződések, egyenetlenségek. A szerkezet felhasználása szempontjából lényegtelennek ítélt területeken (esetleg zártszelvényből készített rácsos acélszerkezet, korlát szelvényei belsejében) a felületi szennyeződések nem szükséges eltávolítani, mert indokolatlan többletköltségeket okozhat.

„A szakaszos hegesztés használata az érintkező felületek körül a külső felület megváltozását eredményezi (pl. hegesztési kiszivárgás) a gyártás során, amit nem szabad elutasítani. Ez a fajta hegesztési gyakorlat gyakran egészségügyi és biztonsági szempontokból ered.”

A tűzhorganyzóknak viszonylag gyakran lehet találkozni átlapolott felületekkel, melyek egészben, de inkább szakaszos hegesztéssel vannak lezárva. Az átlapolott felületek hegesztéssel történő kötését lehetőleg el kell kerülni. Amennyiben nem lehet elkerülni, akkor balesetvédelmi okok megelőzése miatt indokolt a szakaszos hegesztési varratok alkalmazása. Az ilyen szerkezetek horganyzását az üzem csak abban az esetben utasítja vissza, amennyiben baleseti veszélyforrást jelent az ott dolgozókra, vagy a berendezésekre káros lehet. Viszont fel kell hívni a megrendelő figyelmét arra, hogy a szakaszos hegesztéssel lezárt, átlapolott felületeknél a korrózió elleni védelem nem lesz tökéletes. A felületek közül kifolyó nedves és szennyezett anyag utólagosan korróziós károkat okozhat a bevonatban is.



Az átlapolás és szakaszos hegesztés idővel korróziós göcot okozhat

A nem megfelelő minőségű darabokat vagy javítani kell (6.3. szakasz), vagy újra kell horganyozni.

6.2. A bevonat vastagsága

6.2.1. Általános előírás

„A tűzhorganyzással felhordott bevonatok a vas-és acéltermékek korrózió elleni védelmére valók (lásd E mellékletet). A bevonat korrózió elleni védelmének időtartama megközelítőleg arányos a bevonat vastagságával (lásd ISO 14713-1).”

A bevonat vastagsági jellemzői, illetve az alkalmazás körülményei között várható korróziós hatások (korrozivitási osztályok) ismeretében így megbecsülhető az adott horganybevonat várható korróziós élettartama. Ezért a bevonatok előírt vastagsági értékeinek megtartása elsődleges feladata a horganyzó üzemeknek.

6.2.2. Vizsgáló módszerek

A horganybevonat vastagságát a vizsgálatok leggyakrabban mágneses vastagságméréssel kell

és lehet elvégezni. Ezek a mérések (ISO 2808, ISO 2178) elegendő pontosságúak ahhoz, hogy egy adott tétel megfelelő vastagsági adatokat nyerjenek. Az alkalmazott műszerek használata gyors, egyszerű és számítógéppel összekapcsolva statisztikai adatokat is szolgáltat.

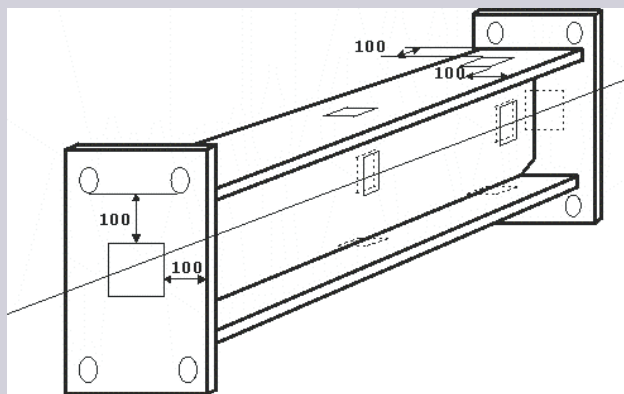
Csak a vitás esetek (pl. nézeteltérések, bírósági ügyek) indokolhatják gravimetriás módszer (ISO 1460) alkalmazását, melynél a vizsgált bevonat, de a termék is sérül (bevonat leoldás történik). Elegendően nagyszámú mágneses mérés esetében ugyanazt az eredményt lehet kapni, mint gravimetriás vizsgálatnál.

6.2.3. Vonatkoztatási területek

Más néven említve referencia területek. Ezeken a területeken történnek a bevonat vastagság mérések. Nagyságuk, alakjuk és mennyiségük helyes megválasztásával megfelelően lehet az adott munkadarab, tétel, tételek bevonatainak vastagságát jellemezni. Szervesen kapcsolódik a szabvány 5. szakaszához, ahol egy-egy vizsgálandó tételhez rendelt minta darabszám van megállapítva. A szükséges minták mindegyikén ki kell jelölni a szükséges helyen, a megfelelő nagyságban és számban a vonatkoztatási területeket.

A vonatkoztatási területek helyének megválasztása:

Úgy kell megválasztani a vonatkoztatási területek (referencia területek) helyét, hogy az(ok) megfelelően reprezentálja(ják) az adott darab bevonatát, annak várhatóan a legjellemzőbb értékét kapjuk. Így hosszú termékek (rúdszerű termékek) felületén minden egyes furattól és szerkezet végétől kb. 100 mm-re, és körülbelül középrészen kell kijelölni és a termék teljes keresztmetszetét át kell fogni.



Példa a vonatkoztatási területek helyének kijelölésére

Úgy kell meghatározni a vonatkoztatási területek pozícióit, hogy termék hosszában és szélessé-

gében egyaránt jól lehessen jellemezni a terméken levő bevonat vastagságát.

A vonatkoztatási területek számának meghatározása:

Egy tételben belül kiválasztott ellenőrzési mintá(k)ban kijelölésre kerülő vonatkoztatási területek száma függ a *lényeges felület*(3.5.) méretétől.

2. táblázat: A vonatkoztatási terület vizsgálatához szükséges darabszám

Kategória	A lényeges felület mérete	A vonatkoztatási területek száma egy tétel megadásához
a	$> 2 \text{ m}^2$	≥ 3
b	$> 100 \text{ cm}^2 \leq 2 \text{ m}^2$	≥ 1
c	$> 10 \text{ cm}^2 \leq 100 \text{ cm}^2$	1
d	$\leq 10 \text{ cm}^2$	1 minden N tételnél

Megjegyzés: $2 \text{ m}^2 = 200 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$; $100 \text{ cm}^2 = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$.

A táblázat *d* kategóriájában szereplő N a szükséges darabok azon száma, amely egy vonatkoztatási területhez legalább 10 cm^2 -t biztosít. Az összes megvizsgálandó darabszám egyenlő az egy vonatkoztatási területhez szükséges mennyiség (N) szorozva az 1. táblázat utolsó oszlopában szereplő – a tétel mennyiségének megfelelő - értékkel.

A mért bevonatvastagságok megfelelőségének tekintetében a szabvány különbséget tesz a termékek lényeges felületének nagysága szerint.

„A 2. táblázat a kategóriája szerint a 2 m^2 -nél nagyobb lényeges felületű darabok („nagy darabok”) esetén az ellenőrzési mintában levő minden egyes (külön vett) darabon a vonatkoztatási területen belül a rétegvastagság átlagértéke legyen egyenlő a 3. illetve a 4. táblázatban megadott rétegvastagság-értékekkel, vagy annál nagyobb legyen.”

Nagy darabok (lényeges felületük $> 2 \text{ m}^2$) ellenőrzésekor egy-egy vonatkoztatási területen mért adatoknak *csak az átlagértékeit*(3.9.) kell összehasonlítani a szabványban megadott átlagértékkel. Ez azt jelenti, hogy egyes mért értékek akár kisebbek is lehetnek, mint ami az adott anyagvastagsághoz a szabványban elő van írva, viszont matematikai átlaguknak legalább el kell érniük a szabványban rögzített átlagértékeket.

„A 2. táblázat b, c és d kategóriájában a vastagság minden egyes vonatkoztatási területen legyen egyenlő a 3., illetve 4. táblázatban megadott megfelelő „helyi rétegvastagság” értékével, vagy annál nagyobb legyen. Az átlagos bevonatvastagság a mintában minden vonatkoztatási területen legyen egyenlő a 3., illetve a 4. táblázatban megadott megfelelő átlagos rétegvastagság-értékkel, vagy annál nagyobb legyen.”

A 2 m²-es vagy kisebb lényeges felületű darabok esetében tehát nemcsak az átlagértékeknek kell elérniük az anyagvastagságnak megfelelően a szabványban rögzített értékeket, hanem ugyanez érvényes a helyi rétegvastagságokra is.

A vonatkoztatási területek nagysága, a mérések száma:

A legkisebb vonatkoztatási (referencia) terület: 10 cm² (1000 mm²).

„Minden egyes 10 cm²-es vonatkoztatási területen belül legalább öt mágneses vizsgálati értéket kell a bevont felületen meghatározni. Ha bármely egyedi érték kisebb a 3. és a 4. táblázatban levő értékeknél, akkor ez lényegtelen, mivel csak az egyes vonatkoztatási területek egészén levő átlagértéknek kell egyenlőnek vagy nagyobbbnak lennie a táblázatban megadott helyi rétegvastagságnál.”

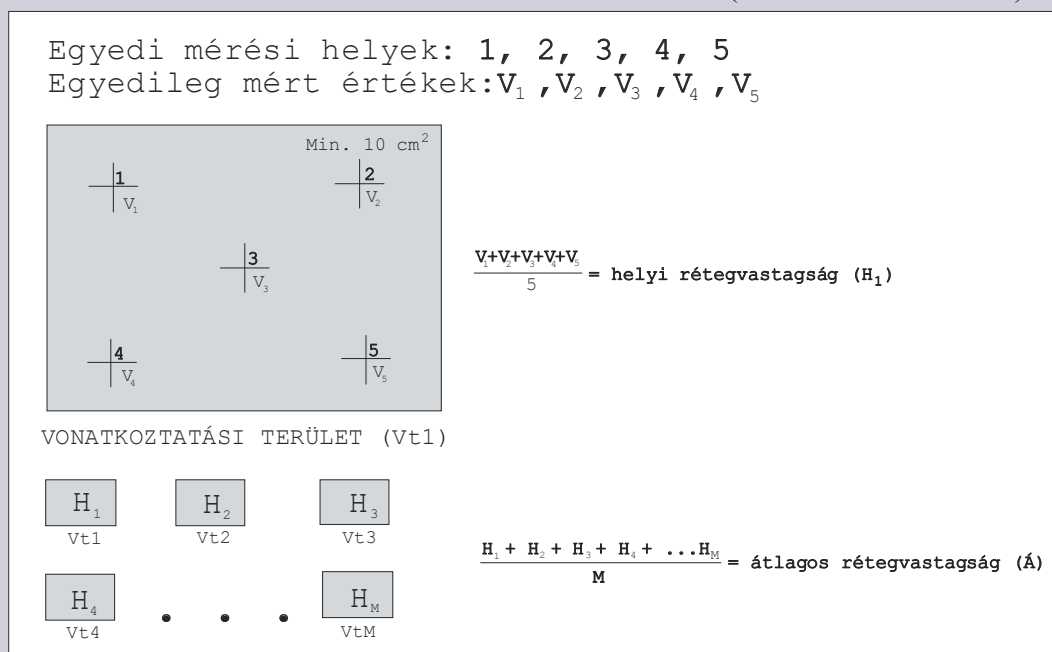
A helyi rétegvastagság (3.8.) megegyezik az

egy vonatkoztatási területen mért értékek matematikai átlagával, ezért megengedhetők a 3. és 4. táblázatban foglalt legkisebb helyi rétegvastagságnál kisebb értékek is. Ugyanis az említett táblázatokban szereplő legkisebb „helyi rétegvastagság” értékek az egy vonatkoztatási területen mért egyedi értékek matematikai átlagaiból adódnak. Azonban az egyedi értékekből számított matematikai átlagok (= helyi rétegvastagság) értékei már nem lehetnek kisebbek, mint a táblázatokban foglalt nekik megfelelő értékek.

Vastagságméréseket nem szabad végezni az alábbi felületeken, mert hamis eredményeket eredményez:

- vágott felületeken,
- élekhez, lángvágott felületekhez vagy sarkokhoz 10 mm-nél közelebb.

Ennek oka, hogy a vágott felületek anyagszerkezete, kémiai összetétele jelentősen eltérhet a termék egyéb felületeinek jellemzőitől, illetve mágneses mérések esetében mérési pontatlanságok állhatnak elő (lásd EN ISO 14713-2).



A vonatkoztatási terület, a helyi és az átlagos rétegvastagság értelmezése

3. táblázat: Legkisebb rétegvastagság és tömegérték nem centrifugált mintákon

A termék és annak vastagsága	Helyi rétegvastagság (minimum) μm	A bevonat helyi tömege (minimum) g/m ²	Átlagos rétegvastagság (minimum) μm	A bevonat átlagos tömege (minimum) g/m ²
Acél > 6 mm	70	505	85	610
Acél > 3 mm-től > 6 mm-ig	55	395	70	505
Acél > 1,5 mm-től > 3 mm-ig	45	325	55	395
Acél < 1,5 mm	35	250	45	325
Öntvények > 6 mm	70	505	80	575
Öntvények < 6 mm	60	430	70	505

4. táblázat: Legkisebb rétegvastagság és tömegérték centrifugált mintákon

A termék és annak vastagsága	Helyi rétegvastagság (minimum) μm	A bevonat helyi tömege (minimum) g/m^2	Átlagos rétegvastagság (minimum) μm	A bevonat átlagos tömege (minimum) g/m^2
Menetes termékek:				
átmérő > 6 mm	40	285	50	360
átmérő > 6 mm	20	145	25	180
Más termékek (az öntvényeket is beleértve):				
> 3 mm	45	325	55	395
< 3 mm	35	250	45	325

A termék anyagvastagságának növekedésével általában növekszik a horganybevonat vastagsága is, melynek technológiai okai vannak.

A 3. táblázatban az általános tűzhorganyzási technológiával bevont acélszerkezeti termékek és öntvényekre vonatkozó adatok szerepelnek. A 4. táblázat adatai közvetlenül a horganyzási folyamat után kiegészítéseként alkalmazott centrifugálással történő kezeléssel elérhető értékeket mutatja. Az ilyen technikával horganyzott termékek apró darabok (kötőelemek, alátétek, szegek, fittingek, stb.). Itt a bevonatvastagságok jelentősen kisebbek, mint a 3. táblázatban megadott értékek.

Egyes termékszabványok a 3. és 4. táblázattól eltérő előírásokat is tartalmazhatnak (például kötőelemek).

6.3. Javítás

„A tűzhorganyzó által kijavítandó bevonat nélküli összes terület nem haladhatja meg az alkatrész teljes felületének 0,5%-át.”

Csőszerű, üreges termékeknel a belső felület is beleszámítandó.

„Egyetlen javítandó bevonat nélküli terület sem haladhatja meg a 10 cm²-t. Ha a bevonat nélküli területek nagyobbak, az ilyen területeket tartalmazó terméket, hacsak a megrendelő és a tűzhorganyzó másban nem állapodik meg, újra kell horganyozni.”

A „bevonat nélküli terület” fogalmát a szabvány 3.15. szakasza határozza meg, azaz azokat a területeket jelenti, ahol *horgany-vas reakciók nem játszódtak le*.

Ilyen területek például:

- festék, lakk, bitumen nyomok,
- hegesztési salakok alatti területek,
- megfelelően le nem tisztított felületek.



Festéknymok



Hegesztési salakok

Az átlapolt felületek alatti horganyhiányok a konstrukció nem megfelelő megválasztásából adódnak (lásd MSZ EN ISO 14 713-2), tehát nem képezheti reklamáció tárgyát.

A horganyzó technológiából eredő – a felrögzítést szolgáló – *szerszámok nyomainál* a horgany-vas reakciók általában lejátszódnak, ennek ellenére esztétikai eltérések lehetnek. Ilyenkor a horganyzó – megítélése szerint – javítja a bevonat eltéréseit. Amennyiben a bevonat vastagsága

eléri a szabványban meghatározott minimális értékeket, meglétük nem képezheti reklamáció tárgyát (kivétel, ha ezek kötelező javításáról a felek külön megállapodtak).

Kétszeri horganyzás (nagy méretű termékeknél) esetén a kétirányú bevonás miatt a találkozási felületen hosszában a bevonatban vastagsági és színbeli eltérések lehetnek. Horgany-vas reakciók itt is lejátszódnak, mivel a kétirányú bevonásból származó bevonatoknak össze kell kapcsolódni egymással, bevonat nélküli területek nem lehetnek. Ezeket a felületeket a horganyzó – megfelelő felülettisztítás után – saját hatáskörben kijavítja.

Kétszeri (kétoldali) horganyzást akkor kell végezni, ha az adott munkadarab hosszában, vagy mélységében nem fér bele technológiai kádba. Ilyenkor kétoldali bemeztetéssel végzik a bevonást. A kétszeri horganyzás következtében az egymással összeérő bevonatok színezete és vastagsága akár nagymértékben is eltérhet egymástól. A két réteg határán levő átmeneti zónában jelentősen, sokszor 2-3-szorosan vastagabb bevonatok is kialakulhatnak. Ezeket a helyeket szakszerűen le kell munkálni, viszont felületük így meghaladhatja a szabvány 6.3. pontjában említett – a javított területek maximális nagyságára vonatkozó – értékeket. Ezért a fentiek-ről a megrendelőnek és a horganyzónak – még horganyzás megkezdése előtt – írásban kell megállapodni.

A bevonat nélküli, vagy sérült területek javításával kapcsolatosan indokolt az alábbiak betartása:

- javítás előtt szükséges a hibahely megfelelő felület előkészítése (tisztítás, zsírtalanítás, oxidmentesítés, a javítóanyag tapadásának biztosítása),
- a horganyzónak ajánlatos tájékoztatni a megrendelőt az általa alkalmazandó javítási eljárás módjáról,
- amennyiben a termékek tűzhorganyzás után további más bevonatot kapnak (duplex-védelem), a tűzhorganyzónak és a megrendelőnek kötelező megállapodni a javítási technológiáról.

Javítási lehetőségek:

- horgannyal történő termikus fémszórás (ritkán alkalmazzák) - ISO 2063
- horganyban dús, horganypor tartalmú

(ISO 3549), horganyrehegy tartalmú festékekkel történő javítás (leggyakrabban alkalmazott),

- javítás horganypasztával,
- horgannyal történő forrasztás.

„A rétegvastagság a javított területeken legalább 100 µm legyen, hacsak a megrendelő nem javasol mást a tűzhorganyzónak, például ha a horganyzott felület átvonandó, a javított területeken a vastagságnak azonosnak kell lennie a tűzhorgany-bevonatával.”

A javítás alakjára vonatkozóan nincsenek előírások, arra kell törekedni, hogy a javító anyag kellő átfedést biztosítson a horganybevonattal történő találkozásánál, ugyanakkor esztétikailag a lehetséges legmegfelelőbb legyen.

„A bevonat a javított területeken legyen képes az acél katódos védelmére, amelyre felhordták.”

Olyannak kell lenni a javítási eljárásnak, hogy a javítóanyagban levő horgany (Zn) kémiaiilag aktív állapotban legyen, azaz a javítóbevonat sérülésénél katódosan védje meg az acélt a sérülés helyén (lásd a szabvány C mellékletében).

6.4. Tapadás

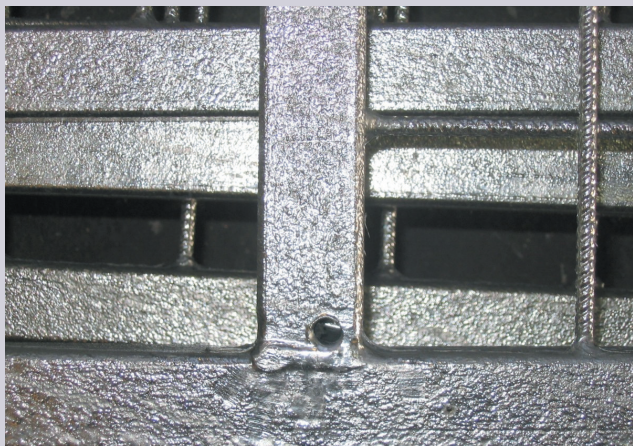
Jelenleg nem létezik nemzetközileg elfogadott módszer az acélszerkezetek felületén levő horganyrétegek tapadásának vizsgálatára. Léteznek különféle eljárások (rácsvágásos, ejtő-kalapácsos, stb.), de a vizsgálat a horganyzó részére nem kötelező, általában nem is végzik el. Erről a feleknek külön meg kell állapodniuk. Tapadási vizsgálatokat csak a felhasználás szempontjából *lényeges felületeken* ajánlott elvégezni és csak azoknál a termékeknél, amelyek a felhasználás során mechanikai igénybevételnek lesznek kitéve.

„A horgany és az alapfém közötti tapadást általában nem szükséges vizsgálni, mivel a tűzhorganyzási eljárásra jellemző a megfelelő tapadás, és a bevont darabot a bevonat fajtájával és vastagságával, valamint a termék szokásos használatával összhangban kezelve, a bevonat képes leválás vagy lepattogzás nélkül ellenállni.”

Amennyiben a vas/acél felületén a horgany-vas reakció lejátszódik, az alapfém és a bevonat között kémiai kötés jön létre (a bevonat ötvözetű réteggel kötődik a vashoz). Így a réteg kitűnő tapadása automatikusan biztosított.

Ám túlzottan vastag horganybevonatoknál rétegek közötti szétválások jöhetnek létre, amennyiben agresszív mechanikai hatások érik a bevonatot. Különösen veszélyeztetett helyek a termék élek

és sarkok. A horganyzásra nem optimális acélminőségek esetén (lásd MSZ EN ISO 14713-2) alakulhatnak ki túl vastag rétegek.



Túl vastag, narancsos felületű bevonat

Amennyiben tűzhorganyzásra nem optimális a termék acélminősége, kopásálló, de ütésre érzékenyebb matt-szürke horganybevonatok is kialakulhatnak.

Vastag anyagból gyártott acélszerkezetek esetében szintén előfordulhatnak szürke vagy szürkefoltos védőbevonatok, melyek az erős mechanikai behatásra érzékenyebbek, korrózióállóságuk viszont egyenértékű a fényes horganybevonatokéval.

6.5. Átvételi feltételek

Általában roncsolásmentes (mágneses) vizsgálatokat kell alkalmazni a bevonat minősítéséhez. A 6.2.3. és 6.2.2. szakaszok szerint kell elvégezni az átvételi vizsgálatokat.

„Ha a termékek több különböző vastagságú acélból állnak, akkor minden egyes vastagságtartományt külön terméknek kell tekinteni, és a 3. illetve a 4. táblázatban levő megfelelő értéket kell alkalmazni.”

Ennek az az oka, hogy eltérő vastagságú acélanyagokra eltérő minimális bevonat vastagságok vannak előírva.

Ha a rétegvastagság az ellenőrzési mintán nem felel meg a szabványban foglalt követelményeknek akkor újbóli mintavételezéssel már kétszeres minta mennyiséget kell vizsgálni (vagy az összes terméket, ha az már nem elegendő). Amennyiben a megismételt vizsgálat megfelelő eredményt hoz, akkor az egész szállítmányt megfelelőnek kell minősíteni. Amennyiben ez sem hoz kielégítő eredményt, akkor a hibás darabokat ki kell válogatni és a megrendelő beleegyezésével újra horganyozni.

7. Megfelelőségi tanúsítvány (műbizonylat)

„Szükség esetén a tűzhorganyzónak megfelelőségi tanúsítványt (műbizonylatot) kell kiállítania e nemzetközi szabvány teljesítéséről (lásd az ISO 10474-et).”

A fentiekén túl a megrendelő kérhet igazolást arról, hogy a tűzhorganyzó rendelkezik az ISO 9001-es szabvány szerint tanúsítottan működő minőségirányítási rendszerrel.

A tűzhorganyzó üzemek a terméket kísérő bizonylatokon – egyéb megállapodás hiányában – minden esetben fel szokták tüntetni a szerződés szerinti szabvány követelményei teljesítése tényét.

A tűzhorganyzó és a megrendelő között *minden esetben írásban kell rögzíteni* a tűzhorganyzott termékek bevonatára vonatkozó szabvány számát. Ez későbbi vitás esetek elkerülésének egyik fontos követelménye.

A melléklet (előírás): Közlendő információk

A függelékben a megrendelő és a tűzhorganyzó számára egyaránt kötelező információ szolgáltatások vannak előírva.

A1. A megrendelő által adandó elengedhetetlen tájékoztatás

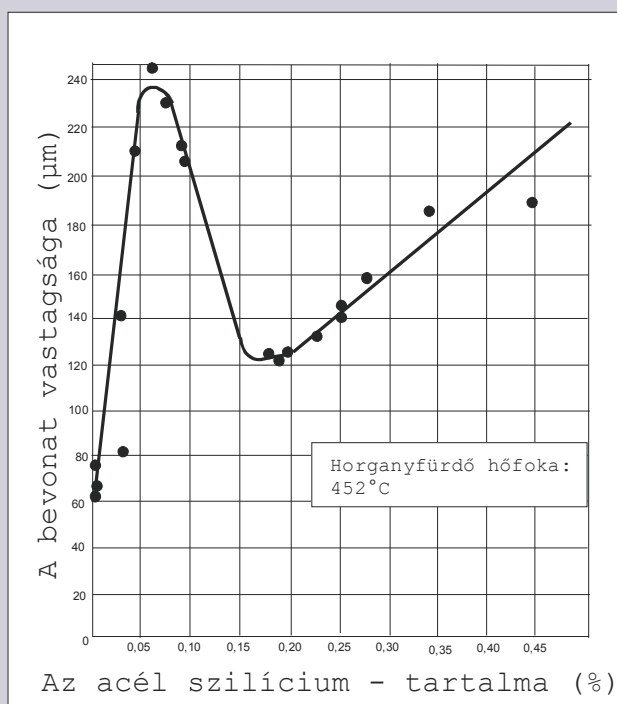
A szabvány számát (EN ISO 1461), mely előírásai vonatkozzanak a horganybevonat minőségére. A közlés módja mindenképpen írásos legyen és lehetőleg a szerződés részeként szerepeljen.

Amennyiben a megrendelő és a tűzhorganyzó között ettől eltérő megállapodás van (pl. a szabványtól eltérő megállapodások, vagy más szabványban történő megegyezés), azt is írásban és a szerződésben kell rögzíteni.

A2. A megrendelő által adandó kiegészítő tájékoztatás

A szabványban itt rögzített információk szolgáltatása döntő mértékben befolyásolhatja a horganybevonatok minőségét.

a) *A horganyzásra kerülő acél minősége:* első sorban Si (szilícium) és P (foszfor) tartalom meghatározó a horganybevonat paramétereit (vastagság, simaság, vastagság) illetően.



Az acél Si-tartalmának befolyása a bevonat vastagságára (Sandelin-görbe)

Az acélok kémiai összetételére vonatkozóan több európai szabvány tartalmaz a ajánlásokat (pl.: EN ISO 10025-2, EN ISO 14713), melyek részben eltérhetnek egymástól.

A képződő horganybevonatok tulajdonságai és a tűzhorganyzás szempontjából meghatározó kémiai elemek tekintetében az alábbi összefüggések irányadóak (kivonat az EN ISO 14713-2:2009 szabvány 1. táblázatából):

- „A” kategória: $\text{Si} (\%) \leq 0,04$ és $\text{P} (\%) < 0,02$ (fényes, optimális bevonatok, de követelmény: $\text{Si} + 2,5\text{P} \leq 0,09\%$. Hidegen hengerelt acéloknál ez: $\text{Si} + 2,5\text{P} \leq 0,04 \%$)
- „B” kategória: $\text{Si} (\%)$: 0,14 ... 0,25 (általában fényes bevonat, legfelül tiszta horgany fázissal, 0,035 % P-tartalom felett növekvő reaktivitás, egyre vastagabb ötvözetű fázis)
- „C” kategória: $0,04 < \text{Si} (\%) \leq 0,14$ (sötét-szürke, vastag bevonat, tisztán Zn-Fe ötvözetekből áll)
- „D” kategória: $\text{Si} (\%) > 0,25$ (a Si-tartalom növekedésével egyre vastagabb, szürke, főleg ötvözetű rétegből álló bevonat)

Megjegyezzük, hogy a kémiai összetételen kívül más tényezők is befolyásolják a kialakuló bevonat tulajdonságait. Erre vonatkozóan az MSZ EN ISO 14713 szabvány és szakmai kiadványok adnak további tájékoztatást.

b) *Lángvágott, lézer- vagy plazmavágott felületek:* a vágás miatt módosul a felületen az acél szerkezete és kémiai összetétele, emiatt a horganybevonat jellemzői el fognak térni a termékre egyébként jellemző rétegtulajdonságoktól. További fontos tapasztalat, hogy a lézervágott felületek kifejezetten „élesek” lehetnek, ezért fennáll a kockázata a horganyréteg helyi sérülésének. A fenti okok miatt az ilyen felületeket horganyzás előtt célszerű lemunkálni (köszörülés, szemcse-szórás, marás).

c) *Lényeges felületek azonosítása:* 3.5. szakasz szerint kell eljárni. A lényeges felületeket min-tán, rajzon, fényképen, írásban kell rögzíteni. Legyen része a szerződésnek. Pontosan meg kell határozni a helyüket és meg kell fogalmazni a horganybevonattal szemben támasztott követel-ményeket.

d) *Felületi egyenetlenségek azonosítása, elker-ülése:* A c) pontban közölteknek megfelelően kell eljárni. Pontosan meg kell határozni a még megengedhető felületi kiemelkedések, cseppek, maradványok (kiterjedés) mértékét, melyek még nem befolyásolják károsan a termék végső fel-használását.

Gyakorlati példa: egymásba csúszó, egymáson elcsúszó, egymásra fekvő, stb. tűzhorganyzott elemek. Kezet, szemet zavaró kiemelkedések.

Megjegyezzük, hogy ebben az esetben is a megrendelőnek koncentrálnia kell a felhasználás szempontjából lényeges felületekre, termékré-szekre.

e) *Üreges kialakítású acélszerkezetek tűzhor-ganyzása:* A technológia csak akkor hajtható végre, ha az üreges részekkel rendelkező szer-kezetek teljes (külső-belső) felületét horgannyal vonják be. Kivételt csak a hőcserélők és speciális tartályok képeznek. A munkadarabokat ennek megfelelően kell kialakítani. Ellenkező esetben horganyhiányos felületek lehetnek a szerkezeten, illetve baleseti kockázatot (robbanás) jelenthet a tűzhorganyzó üzem számára. Amennyiben a horganyzó szakemberei szemmel, vagy tapintás-sal nem tudnak meggyőződni a technológiaiag helyes kialakítás felől, megtagadhatja az adott munkadarab tűzhorganyzását. A megrendelőnek a megfelelő kialakítás tényét – amennyiben az szemmel nem látható – hitelesített rajzdokumen-

tációval, vagy ezzel egyenértékű más módon kell igazolni. Ezek képezik a két fél közötti szerződés részét.

A helyes kialakításra vonatkozó információkat a MSZ EN ISO 14713-2 szabvány, illetve a nemzeti szövetségek, vagy a tűzhorganyozók saját kiadványai tartalmazzák.

f) Termékkikészítés minta szerint: a horganyzás utáni technológiai maradványok letávolítása néhány esetben szükségessé válhat. A megrendelőnek célszerű erre vonatkozóan egy mintát jóváhagyni és azt a horganyzóban tárolni az utolsó termék átvételéig.

g) Különleges előkezelési követelmények: A megrendelő megállapodhat a tűzhorganyzóval abban, hogy termékeinél a lehető legrövidebb pácolási időt (sósavban történő oxidmentesítés) kell alkalmazni. Ez történhet a munkadarab felületének a pácból történő hidrogénfelvétele minimalizálása érdekében, az erősen rozsdás részek miatti túl hosszú pácolási idő megakadályozása céljából. A horganyzó kérheti a megrendelőtől horganyzás előtti külön felület előkészítést, amely történhet szemcse-, vagy homokszórással, felületi csiszolással. Erről horganyzás előtt, írásban kell megállapodni.

h) Különleges rétegvastagságok elérése: Az EN ISO 1461 szabványban szereplő előírt rétegvastagságok általában megfelelnek a korróziós követelményeknek. Egyes esetekben ettől eltérő rétegvastagságokat is előírhatnak. Ezek lehetnek vékonyabbak, de vastagabbak is, mint ami a szabványban elő van írva. A különleges rétegvastagságok elérése többlet költségeket jelenthet a tűzhorganyzó és a megrendelő számára egyaránt, ezért ezekről írásban kell megállapodni a felek között. További információk a szabvány 6.2. szakaszában találhatóak.

i) Centrifugált bevonatok: Apróalkatrészek (tömégáruk) tűzhorganyzása célszerűen egy centrifugával kiegészített horganyzó soron történik. A centrifugálás hatására a horganybevonat vékonyabb lesz, mint a nem centrifugált termékeken. Ennek oka, hogy a horganyolvadékból éppen kiemelt termékek még képlékeny állapotú bevonata legfelső rétegét a centrifugálás során részben, vagy egészben eltávolítják.

A fentiek miatt az ilyen technikával horganyzott termékekre a szabvány kisebb rétegvastagságokat ír elő (4. táblázat).

j) A horganybevonat utókezelése: Amennyiben a tűzhorganyzott termékeket horganyzás után bármilyen utókezelésnek vetik alá, azt a szerződésben és írásban kell rögzíteni. Az utókezelést egyrészt kérheti a megrendelő (pl. fehérrozsdásodás elleni védelem, olajozás, zsírozás, stb.). Másrészt a megrendelőnek közölni kell a horganyzóval, ha a termékek utólagosan festésre, lakkozásra, porszórásra, stb. kerülnek. Ugyanis a tűzhorganyzónak ilyen esetekben intézkedéseket kell tenni (megfelelő felületi tisztaság elérése, speciális tárolási körülmények biztosítása).

k) Termékátvétellel kapcsolatos megállapodások: Már a szerződéskötéskor írásban meg kell állapodni arról, hogy a horganyzott termékek minősítése az EN ISO 1461 szabvány előírásainak feleljen meg (a szabvány 5. szakasza), vagy esetleg attól eltérő legyen. A termékjellemzők dokumentálásának módjában szintén meg kell állapodni (7. szakasz).

Általános esetben a tűzhorganyzók a termék-kísérő dokumentációk mellett nem szerepeltetnek mérési eredményeket, csupán azt igazolják, hogy az általuk készített bevonatok megfelelnek a vonatkozó szabvány előírásainak. Amennyiben részletes mérési eredményeket igényel a megrendelő, ennek jellemzőiről és a dokumentálás módjáról a felek között írásos megállapodás szükséges.

A3. A tűzhorganyzó által adandó kiegészítő tájékoztatás

a) Információkat a terméken alkalmazott technológiai kezelés felől: A megrendelő kérheti az általa horganyzásra beszállított termékek technológiai kezelésére vonatkozó lényeges információkat (pl. a hibahelyek javításának módja, kezelési idők, stb.). Ezek azokban a horganyzó üzemekben automatikusan rendelkezésre állnak, ahol az ISO 9001 szabvány szerint tanúsított minőségirányítási rendszer működik.

b) Megfelelőségi tanúsítvány: ISO 10474 szerint.

c) *Igazolás az ellenőrzött minőségirányítási rendszer működéséről*: Ezt a megrendelő akár a horganyzás elvégzése előtt is kérheti.

B melléklet (előírás): Biztonsági és eljárási követelmények

A tűzhorganyzásra kerülő termékeket úgy kell kialakítani, hogy konstrukciójuk megfeleljen a technológia követelményeinek. Erre vonatkozóan az EN ISO 14713-2 szabvány, a nemzeti szövetség és az egyes vállalatok előírásai adnak információkat.

A helyes konstrukcióval elérendő célok:

- hibamentes bevonatok,
- robbanásveszély elkerülése.

A technológiához használt hőtechnikai berendezések biztonságtechnikai előírásaihoz további információk megtalálhatók az EN 746-4 szabványban.

C melléklet (tájékoztatás): A bevonat nélküli vagy sérült területek javítása

Jelen szabvány 6.3. szakasza tartalmazza a hibahelyek javítására vonatkozó előírásokat. Amennyiben a már tűzhorganyzott acélszerkezet utólagosan festik, porszórt bevonattal, lakkkal, vagy egyéb más további réteggel látják el (EN 12944-5, EN 13438) ezt közölni kell a tűzhorganyzóval. Közösén kell megállapodni az esetleges hibahelyek javítási módjairól és a javító anyagról. A javítóanyag minőségének és az alkalmazott rétegvastagságnak meg kell felelni a követő bevonatnak.

Acélszerkezetek szerelése során – amennyiben a horganybevonat sérül – az EN ISO 1461 szabványban 6.3. szakaszában előírt javítási módszereket kell alkalmazni.

D melléklet (tájékoztatás): A rétegvastagság meghatározása

Acélszerkezetek tűzhorgany bevonatainak vastagsága csak speciális mérőműszerekkel, vagy laboratóriumi mérésekkel határozható meg. Átlagosan 50-150 μm között változnak a mért értékek.

D1. Általános előírás

Általánosságban javasolható a mágneses mérőberendezések alkalmazása (ISO 2178, ISO 2808, ISO 3882). A tűzhorganyzó üzemek és a termékfelhasználók általában erre vannak felkészülve. A roncsolásos vizsgálatokat (D2., D3) vitás esetekben és különleges igényeknél célszerű csak alkalmazni.

D2. Mikrocsiszolós módszer (ISO 1463)

A horganyzott termék darabolása után egy adott keresztmetszet mikroszkópos képét adja, ezen lehet meghatározni az összréteg vastagságot, de az egyes bevonat fázisok jellemzőit is. Ritkán alkalmazott, drága eljárás.

D3. A rétegvastagság kiszámítása a felületegységre eső tömegből (vonatkoztatási módszer)

A vizsgált termék roncsolásos vizsgálata (ISO 1460). Alkalmazása vitás esetekben indokolt.

A mérés során kapott felületegységre eső horganybevonat tömeget gramm per négyzetméter (g/m^2) értékben kapjuk meg. Ebből egyszerűen számítható a vizsgált munkadarab elméleti átlagos bevonatvastagsága (μm) úgy, hogy a felületegységre eső tömeget (g/m^2) elosztjuk a horgany (cink) névleges sűrűségével (g/cm^3). Tisztán horgany-vas ötvözetű fázisból álló bevonatnál a pontosabb számításhoz a horgany névleges sűrűségét kissé korrigálni kell.

E melléklet (tájékoztatás): Tűzhorganyzással kialakított bevonatok korrózióval szembeni ellenálló képessége

Atmoszférikus igénybevétel esetén a horganybevonatok élettartama arányos a horganyréteg vastagságával. (EN ISO 14713-1). Tehát azonos korróziós körülmények (korrozivitási kategória) között kétszer olyan vastag bevonat kétszer annyi ideig biztosítja az alapfém védelmét.

A horganybevonat korróziós ellenállását nem laboratóriumi körülmények között, hanem a természetes környezetben történő „kitéti” vizsgálatokkal állapítják meg. A nemzetközileg elfogadott adatokat rendszeresen felülvizsgálják, és ezek találhatók meg a megfelelő szabványokban. Fontos segédletei a korrózió elleni védelem tervezésének (pl.: EN ISO 14713).

Korroziótási kategória (C) Korrózió sebesség r_{corr} ($\mu\text{m}/\text{év}$) Kategória jellemzése	Példák a tipikus környezetekre	
	Beltér	Kültér
C1 $r_{\text{corr}} \leq 0,1$ nagyon alacsony	Fűtött terek, alacsony relatív páratartalommal és jelentéktelen légszennyezéssel, pl.: irodák, iskolák, múzeumok.	Száraz vagy hideg klímaterület atmoszférikus igénybevétel nagyon alacsony légszennyezéssel és csekély nedvességgel, pl.: bizonyos sivatagok, északi és déli sarok központi vidékei.
C2 $0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$ alacsony	Nem fűtött terek, ingadozó hőmérséklet és relatív páratartalom mellett. Ritka csapadék kondenzáció és csekély légszennyezettség, pl.: sportsarnokok, raktárak.	Mérsékelt klímaterület, csekély légszennyezés ($\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), például.: vidéki területek, kisvárosok. Száraz vagy hideg klímaterület, atmoszférikus igénybevétel, rövid ideig tartó nedvességgel, pl.: sivatagok, szubarktikus területek.
C3 $0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2$ közepes	Terek alkalmoszerű csapadék kondenzációval és technológiától függő mérsékelt légszennyezéssel, pl.: élelmiszer-feldolgozók, mosodák, pékségek, tejüzemek.	Mérsékelt klímaterület, közepes légszennyezés ($\text{SO}_2: 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vagy csekély klorid-terhelés, pl.: városi területek, tengerpartok kevesebb klorid-lecsapódással, szubtrópusi vagy trópusi klíma alacsonyabb légszennyezettséggel.
C4 $2 < r_{\text{corr}} \leq 4$ magas	Terek gyakori csapadék kondenzációval és technológiából származó magasabb légszennyezéssel, pl.: ipari berendezések, uszodák.	Mérsékelt klíma, magasabb légszennyezés ($\text{SO}_2: 30 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vagy jelentős klorid-terheléssel, pl.: szennyezett városi területek, tengerpartok sósvíz permet nélkül, erős sósharmat igénybevétel, szubtrópusi és trópusi klíma közepes légszennyezéssel.
C5 $4 < r_{\text{corr}} \leq 8$ nagyon magas	Terek nagyon gyakori csapadék kondenzációval és /vagy technológiából származó magasabb légszennyezéssel, pl.: bányák, ipari aknák, nem szellőztetett terek szubtrópusi és trópusi klímában.	Mérsékelt és szubtrópusi klíma, atmoszférikus igénybevétel nagyon magas légszennyezéssel ($\text{SO}_2: 90 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) és/vagy különösen erős klorid-terheléssel, pl.: ipari területek, tengerpartok.
CX $8 < r_{\text{corr}} \leq 25$ extrém	Terek folyamatos csapadék kondenzációval vagy hosszú időtartamú nedvességhatásokkal és/vagy technológiából származó magasabb légszennyezéssel, pl.: szellőztetett terek nedves, vizes helyen, trópusi klíma a beltérbe behatoló külső szennyezett levegővel, ehhez kapcsolódóan korróziót kiváltó erős klorid-szennyezéssel és szilárd részecskékkel.	Szubtrópusi és trópusi klíma (nagyon hosszú ideig tartó nedvességhatások), nagyon magas légszennyezettség (SO_2 : több mint $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$), együtt technológiából származó kísérő légszennyezéssel és/vagy erős klorid-terheléssel, pl.: extrém ipari területek, tengerpartok és tengerparti hatásnak kitett területek, alkalmi sósvíz érintkezés.

*A cink (horgany) korróziós ellenállása különféle klímátípusokban (EN ISO 14713-1: 2009)
(csak kivonat a szabvány 1. táblázatából)*

Laboratóriumi gyorsított korróziós vizsgálatok nem alkalmasak a horganybevonatok hosszú távú korróziós képességének modellezésére.

Az EN ISO 14713-1: 2009 szabvány 2. táblázata megmutatja, hogy a különféle horganyzási technikákkal kialakított bevonatoknak az első karbantartásukig mekkora a várható élettartamuk. Az ehhez kapcsolódó védelmi időtartamokat (időtállósági kategóriák az első karbantartásig) különböztet meg az alábbiak szerint.

- Nagyon kicsi (VL): 0 ... < 2 év
- Kicsi (L): 2 ... < 5 év
- Közepes (M): 5 ... < 10 év
- Hosszú (H): 10 ... < 20 év
- Nagyon hosszú (VH): ≥ 20 év

Eljárás	Szabványa	Min. vastagság (μm)	A kiválasztott korrozivitási kategóriák (ISO 9223), a legrövidebb és leghosszabb ellenállóképesség (évek) és időtállósági kategóriák (VL, L, M, H, VH)							
			C3		C4		C5		CX	
Tűzhorganyzás	ISO 1461	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H
		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
Folytatólagos lemezhorganyzás	EN 10346	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL
		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	M	2/5	L
Csőhorganyzás	EN 10240	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
Sherardizálás	EN 13811	15	7/21	H	4/7	M	2/4	L	1/2	VL
		30	14/43	VH	7/14	H	4/7	M	2/4	VL
		45	21/65	VH	11/25	H	6/11	M	3/6	L
Elektrolitikus horganyzás (lemezek)	EN 2081	5	2/7	L	1/2	VL	1/1	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	M	1/3	VL
Mechanikus plattírozás	ISO 12683	8	4/11	M	2/4	L	1/2	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	L	1/3	VL

Különböző technológiával előállított horganybevonatok védelmi időtartama eltérő korrozivitási kategóriákban (EN ISO 14713-1:2009 szerint). Csak kivonat, nem tartalmaz minden adatot.

Az EN ISO 14713: 2009 szabvány jól tájékoztat, egyben megkönnyíti a tervezők, gyártók és felhasználók munkáját.

JEGYZETEK

