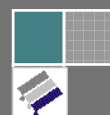


2015.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – III. évfolyam, 3. szám



Tisztelt Olvasóink!

Napjainkban egyre szélesebb körben használjuk fel a tűzihorganyzott acélszerkezeteket, mint térelhatároló elemeket. Nemcsak nagyszabású építkezéseknél, hanem lakásunk, házunk környékén is találkozhatunk ilyen szerkezetekkel. Erre jó példát mutatnak a különféle kivitelezésben készülő kerítések és kapuk. Az ingatlanok tulajdonosai hosszú évtizedekre, akár 50-60 évre is elfelejthetik a rozsdásodás okozta problémákat, amennyiben horganyzott kerítéseket alkalmaznak. Mivel sok esetben zártszelvényes konstrukciókról van szó, kialakításuknál fokozottan ügyelni kell a megfelelő technológiai nyílások elhelyezésére. Kovácsoltvas, vagy tömör acél kivitel esetében jóval kisebb a hibaforrások száma, itt érdemes az acélminőségre (horganyozhatóság) különös figyelmet fordítani.

A gyakorlatban még mindig többször felmerülő probléma, hogy a frissen tűzihorganyzott acélszerkezetek bevonata – nedvesség hatására – gyorsan elszíneződik, oxidálódik. Ez a cink természetes korróziós folyamatának eredménye, melynek végén kialakul a jól védő, csak nagyon lassan pusztuló cinkpatina, mely a horganyalpból újratermelődik. Azonban frissen horganyzott termékeknel, szélsőséges esetekben, ha a felületről nem tud lefolyni a víz, nem tud időről-időre megszáradni, kialakulhat a káros fehérrozsdásodás jelensége, mely már károsodásokhoz vezet. Ezt a nemkívánatos folyamatot a frissen bevont termékek helyes csomagolásával és raktározásával, tárolásával egyszerűen el lehet kerülni.

Mostani lapszámunkban a szerkesztőség igyekezett olyan kérdések megválaszolására törekedni, melyek a gyakorlatban többször felmerülnek. Reményeink szerint kellő információval szolgálunk Olvasóink részére, ezzel is megkönnyítve mindennapi tevékenységüket.

2015. október 30.

Magyar Tűzihorganyzók Szervezete

Szakmai Bizottsága

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, nyomott és elektronikus termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szervezete írásos engedélyével történhet.

Kapuk és kerítések tűzhorganyzásának tapasztalatai

Egyre gyakrabban merül fel az igény ezeknek a szerkezeteknek a horganyzására a hosszú, akár több évtizedes, karbantartásmentes élettartam elérése érdekében.

A beszállítói hibák és ezek megelőzése érdekében két nagy csoportot különböztetünk meg. Az egyik a kovácsoltvas, vagy kovácsoltvas jellegű kerítések (1. ábra) a másik értelemszerűen a hagyományos zártszelvény, esetleg szögacél keretes szerkezetek valamilyen betéttel.



1. *ábra:* Kovácsoltvas jellegű kerítés



2. *ábra:* Felújított kerítés horganyozva

Mindegyik kivetelnél fontos, hogy már a tervezéskor, de legkésőbb a gyártás előtt döntsük el a felületvédelem típusát és lehetőleg az új, vagy nem régen gyártott acélananyagból készített elemeket horganyoztassuk. A már festett, vagy felújított termékeknek a horganyozása nem problémamentes, a végeredmény a követelmények alatt marad, így a termék megjelenése, vagy a bevonat sokszor nem

lesz tökéletes (2. ábra). Ugyanakkor az új anyagból készített elemekre is, azonos szabályok vonatkoznak, mint bármelyik horganyzásra szánt acélszerkezetre. Megfelelő alapanyag kiválasztás, tömör varratok, felületi tisztaság, a technológiai nyílások elhelyezése, mérete (3. ábra). Általában ezek a problémák a kerítéselemeknél is előtérbe kerülnek, de könnyen kikerülhetők.



3. ábra: Kisméretű nyílás, helytelenül elhelyezve



4. ábra: A rögzítő pántokat (átlapolásokat) hézagokkal helyezzük el

Emiatt különös figyelmet kell fordítani néhány alapvető tervezési és kivitelezési követelményre. Manapság a kerítéseknek csak nagyon kis száma valóban kovácmester munkája, inkább csak kovácsoltvas jellegűek. A díszek kereskedelemben kapható elemek, amelyekre fel van tüntetve az üzletben a horganyozhatóság is. Ettől függetlenül mégis gyakran vannak nem horganyozható öntvény díszek beépítve, amit kerülni kell. A tömeg csökkentése érdekében a hagyományos négyzetacél rácsozat helyett, egyre gyakoribb a kisméretű, esetleg rusztikusan az élén nyomott zártszelvény, amit a végein bemeneti és kimeneti nyílással (be-és kifolyó) kell ellátni, vagyis fúrni kell.



5. ábra: Nagyméretű tolókapu



6. ábra: Megfelelő technológiai nyílás, jó pozícióban elhelyezve

Amennyiben legalább egy dísszel megszakítjuk a rudakat mindjárt négy furat szükséges rudanként, ami nem a legszebb látvány a készterméken. Korróziós góc lehet a hagyományosan kovácsolt elem, mert a meleg alakítás miatt a „mester” oxidokat sajtol a tömör fémbe, amit a tűzihorganyzóban csak hosszabb idejű pácolással (oxidmentesítéssel) lehet eltávolítani. Ezen segíthet a mechanikus tisztítás, homokszórás. A kovácsoltvas kerítések másik jellemzője, a megjelenés érdekében a hagyományokhoz illeszkedő átlapolások, úgynevezett pántok készítése (4. ábra). Valamikor ezek az elemek rögzítették a díszeket és fogták egy egységbe a szerkezetet, a szilárdság szempontjából fontos szerepük volt, de ma már kizárólag az esztétikai megjelenést szolgálják. Éppen ezért ezeket úgy célszerű hézagokkal felhelyezni, hogy a horgany számára jól átjárható kitölthető területek legyenek a felületek között, ne maradjanak bevonat nélküli korróziós göcök a terméken. Hasonló, de jóval nagyobb felületű átlapolás található sokszor a hagyományos tolókapukon, a keretelem aljára, a görgők vezetésére felhelyezett „C” szelvényeknél, amit szintén szerencsésebb lenne legalább 1 mm-es hézaggal felhelyezni, ami korrekt bevonatot és hosszabb élettartamot biztosítana a használat során (5. ábra). Mindezek mellett, talán még fontosabb a zárt részeket az általános acélszerkezetektől eltérően, még bővebb nyílásokkal ellátni, hogy a vetemedések elkerülése érdekében, a horganyfürdőbe történő gyorsabb mártást lehessen elérni, valamint a kiemelésnél a megfolyások és felvastagodások is elkerülhetőek lesznek (6. ábra). A furat elhelyezése szintén körültekintést igényel, mert a funkció mellett a termék külső megjelenése is fontos a vevő számára. Belső furatozást is alkalmazhatunk, de ehhez kellő gyakorlat és esetleg horganyzó üzemi szaktanácsadás és egyeztetés is szükséges lehet. Amit lehetőleg kerüljünk a kivitelezésnél, az a hálók és lemezel felületek alkalmazása. A hegesztett, vagy „haidekker” hálók nagyobb méretekben vetemednek, hullámosodnak, rontják a termék megjelenését. A kaput és a betét lemezeket külön kell horganyozni, és a felület védelem elvégzése után kell egybeépíteni.

Amennyiben horganyzott kapuk és kerítések gyártása mellett döntünk, mindenképpen célszerű tájékozódni a horganyzó üzem szakembereinél a megfelelő műszaki megoldások és tökéletes bevonat érdekében.

Egy jól kivitelezett és tartós felületvédelemmel ellátott kapu és kerítés növeli az ingatlan értékét, célszerű gondot fordítani rá, és remélem írásunkkal ehhez segítséget tudunk nyújtani.

n-m

Tűzihorganyzás alkalmazása már hídszerkezeteknél is

Tűzihorganyzással és acélszerkezet gyártással, építéssel foglalkozó szakmai lapokban cikkek jelentek meg 2014 második felében, melyek szerint 2030-ig több mint 10 000 darab elhasználódott közúti hidat kell újjá építeni Németországban. Ugyanakkor, az elmúlt évtől Németországban megnyílt a lehetőség arra, hogy a tűzihorganyzott acélszerkezeteket is fel lehessen használni a dinamikus/ciklikus igénybevételeknek kitett acélszerkezeteknél, kis-és közepes fesztávolságú hidaknál. Az eljárás alkalmazásával biztosítani lehet a legalább 100 éves karbantartásmentes korróziós élettartamot, melynek feltétele, hogy rajta legalább 250 µm vastag legyen a horganybevonat [1] [4]. Az európai szabványokban ez idáig nem szerepelt, hogy a tartószerkezeteknél tűzihorganyzott kivitelűek is lehetnek a csomópontok, a tartóelemek, melynek oka annak tisztázatlansága volt, hogy a tűzihorganyzás, illetve a horganybevonat miképpen hatnak a ciklikus/fárasztó igénybevételnek kitett szerkezetek szilárdságára, tartósságára. Ennek tisztázása céljából 2014-ben fejeződött be egy kutatási projekt (Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. - P835) keretében, melyre a megbízást a Német Gazdasági és Energiaügyi Minisztérium (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) adott [2]. Ebben a munkában tudományos

alapossággal tisztázták a szilárdsági és korróziós kérdéseket. A vizsgálatokat követő elemzések igazolták, hogy közúti járműforgalmi hidaknál - kis és közepes fesztávolságok esetében – alkalmazható korrózióvédelmi eljárás a tűzihorganyzás. Ezzel megnyílt az út a *hídfenntartási költségek drasztikus csökkentése* felé. Az ilyen hidakra jellemző C3 és C4 (ISO 9223 és 9224:2012) klimatikus viszonyok között, a szokásos szerves-alapú festékbevonatokkal – a legjobb esetben is – 25-30 éves korróziós élettartamot tudunk elérni, míg a tűzihorganyzással a 100 éves, karbantartásmentes élettartam is könnyedén biztosítható. Ehhez a hídszerkezeti elemek felületére legalább 200-250 µm vastag horganyréteget kell felvinni.

Néhány eddigi tapasztalat

Mostanáig tűzihorganyzott acélszerkezeteket hídtartószerkezetként, csak kisebb jelentőségű személyi átjáróknál, gyalogoshidaknál láthatunk, míg ezeknél nagyobb fesztávolságú, közúti járművek közlekedésére is alkalmas horganybevonatos acélszerkezetet, csak néhányat. A múlt század közepétől ugyan több ilyen hidat gyártottak főleg Észak-Amerikában, de az európai országokban ezek csak ritka kivételnek számítottak. Történt ez annak ellenére, hogy alkalmazásukkal kapcsolatosan a mai napig csak kimondottan kedvező tapasztalatok vannak, stabilitásuk és korrózió elleni védelmük hosszú-hosszú évtizedek elteltével is kiváló (7-8. ábra).



7-8. ábra: Tűzihorganyzott híd Ausztriában és egy 1942-ben épített híd Nagy-Britanniában

A közölt németországi kutatások megemlítenek néhány olyan Európában létesült hidat, melyek már hosszú-hosszú évtizedekkel ezelőtt tűzihorgany felületvédelemmel készültek. 1. táblázatunkban ilyen példákat sorolunk fel.

Létesítés helye (ország)	Neve	Építés időpontja	Tűzihorganyzott elemek	Hossza (m)	Horganybevonat állapota 2014-ben
Lyndlinch (GB)	Callender-Hamilton	1942	teljesen	kb.20	2014-ben: 126-167 µm kitűnő
Almen (NL)	Ehzer	1945	teljesen	kb. 40	2014-ben: 69-219 µm jó
Lenne (B)	Höllmecke	1987	teljesen	60	2014-ben: 150-500 µm kitűnő
Lier (B)	Lier	1993	főtartók	90	2014-ben: > 300 µm kitűnő

1. **táblázat:** Tűzihorganyzott hídszerkezetek és a bevonatok állapota [3]

Röviden a kutatási projektről

A kutatómunka három két fő területre és több részterületre összpontosult az alábbiak szerint:

a.) Szilárdsági vizsgálatok – ciklikus, fárasztó igénybevételekre

- Kiseleemes vizsgálatok
- Nagyeleemes vizsgálatok

A közúti közlekedés célját szolgáló hidak ciklikus/dinamikus igénybevételnek vannak kitéve, szerkezeti megfelelőségüket a DIN-EN 1993-2 és DIN-EN 1994-2 előírásai szerint kell igazolni. A tűzihorganyzott acélszerkezeti elemek - mint hídszerkezeti egységek - eddig nem voltak a méretezési szabványokban bejegyzett alkalmazási lehetőségek. Ahhoz, hogy a technológiát ilyen célú acélszerkezeteknél is használni lehessen, tudományos alaposágú vizsgálatokat kellett elvégezni a hidépítésnél jellemző és kritikus részegységekre, technológiai megoldásokra. A projekt (P835) során tűzihorganyzott minták állapotát bevonat nélküli mintákéval hasonlították össze. A munkában neves egyetemek és kutatók vettek részt, mely vizsgálatok után megállapították, hogy kis és közepes feszítávolságú hidak esetében, a tűzihorganyzási technológia alkalmas az acélszerkezetek védelmére ciklikus, dinamikus terhelések esetén is, amennyiben a projektzáró dokumentumban meghatározott tervezési és kivitelezési előírásokat betartják. Ezek lényegesen nem különböznek az eddigi méretezési követelményektől.

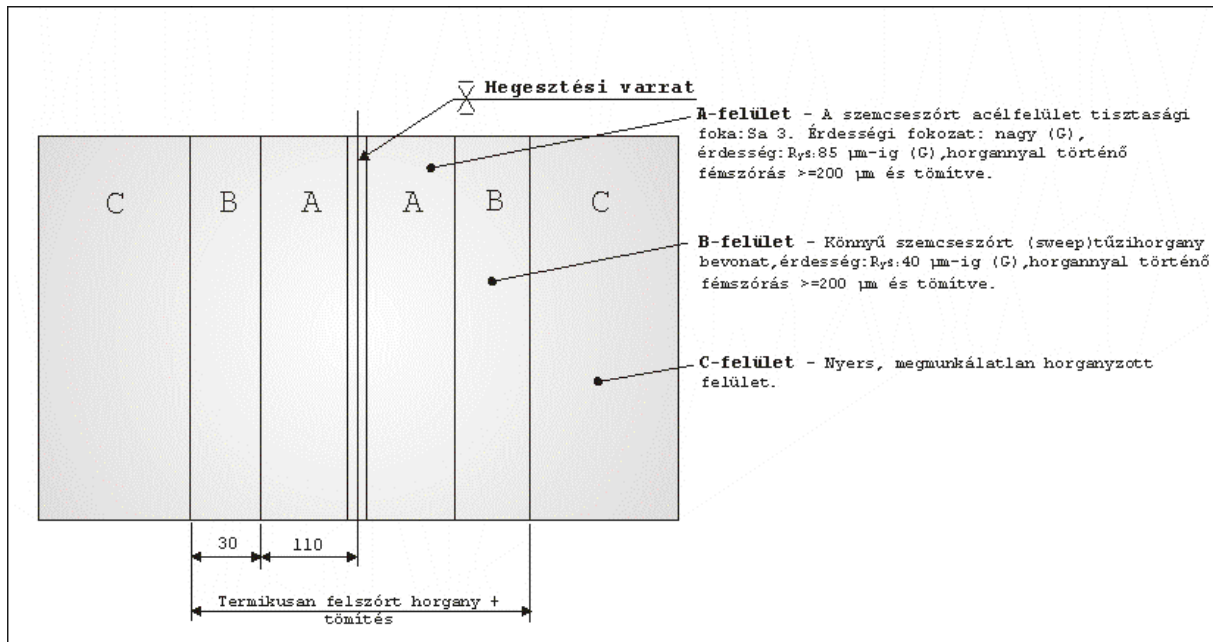
b.) Korróziós vizsgálatok

- Eddigi korróziós tapasztalatok összegyűjtése és értékelése
- Friss „kitéti” vizsgálatok és elemzésük (2012/2013)
- Helyszíni hegesztések (toldások) korrózióvédelmének meghatározása

A tanulmány megállapítja, hogy az első védelem költségei ugyan némileg magasabbak lesznek, mint a szokásos organikus bevonatoké, de többletköltségek legnagyobb részét a horganybevonatok helyszíni javításának (toldó-hegesztés és környezete bevonása) költségei teszik ki. Ez a kis többletköltség sokszorosán megtérül majd azzal, hogy – szemben a 100 év alatti minimum 3-4-szeri átfestéssel – hogy tűzihorganyzásnál ilyen hosszú idő alatt sem kell felújítani a horganybevonatot. C3 korróziós kategória (ISO 9224:2012) esetén minimálisan 200 µm, míg C4 kategóriánál 250 µm legkisebb horganyréteg vastagságot kell biztosítani, mely megfelelő acélminőség alkalmazásával könnyedén elérhető (Si>0,28%).

c.) A bevonat javítása a tűzihorganyzott acélszerkezetek helyszíni, toldó hegesztéseinél

A kis és közepes feszítávolságú hidaknál már előfordulnak a 15-16 méter hossz is meghaladó szerkezeti egységek, ezért a hidakhoz szükséges nagyméretű tartószerkezeti elemek részegységeit külön-külön kell tűzihorganyozni, ezt követően pedig helyszíni hegesztéssel összeépíteni. Az illesztések miatt az érintett részekben a bevonat megsérül és a hegesztést követően – megfelelő felület előkészítés után - helyre kell állítani a felületvédelmet (termikus fémszórás+tömítés), mégpedig úgy, hogy a javított rész védőértéke azonos legyen az ép horganybevonatokéval.



9. ábra: Helyszíni toldás előírt korrózió elleni védelme

A fémszórt felületet utólag –a horganybevonathoz illeszkedő színű festékkel le kell festeni (tömíteni kell). Ennek oka, hogy a fémszórt bevonat porózus szerkezetű (9. ábra). Az ezzel kapcsolatos eredményeket és előírásokat egy külön dokumentumba foglalták (Pkt. 5.5 „ZTV-ING: Baustellenschweißstöße [2]).



A kutatási program lezárásul jelenleg építés alatt áll Németországban egyben a gyakorlati bemutatás célját is szolgáló referencia híd az A44 autópályán [3].

Tervezési és kivitelezési irányelvek

A projekt zárását követően összeállítottak egy tervezési és kivitelezési segédletet, mely a mérnökök és kivitelező szakemberek számára tartalmazza a legfontosabb előírásokat. Ezek beszerezhetők a megfelelő német szakmai szervezeteknél (www.feuerzinken.com, vagy bruecken@feuerzinken.com). A Magyar Tűzihorganyzók Szervezete szívesen nyújt segítséget a dokumentációk beszerzésénél.

Hivatkozások:

- [1] FEUERVERZINKEN 03/2014, Institut Feuerverzinken GmbH, Düsseldorf
- [2] Prof. Dr.-Ing. D. Ungermann, Dipl.-Ing. Dennis Rademacher (Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl Stahlbau), Prof.-Dipl.-Ing. Matthias Oechsner, Dipl.-Ing. Fabian Simonsen (TU Darmstadt, MPA/IfW Darmstadt), Dipl.-Ing. (FH), SFI Peter Lebelt (Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH) : Feuerverzinken im Stahl- und Verbundbrückenbau, Bericht Nr. 164, Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V. 2014.

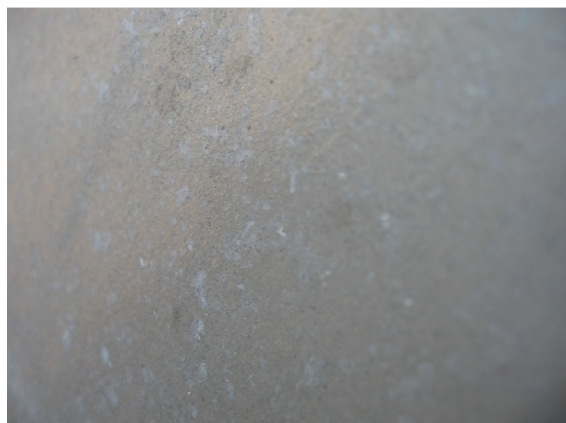
[3] Stassenbrücken sind jetzt feuerverzinkbar, Neue Forschungsergebnisse machen den Weg frei, Feuerverzinken 03/2014, Institut Feuerverzinken GmbH, Düsseldorf. 2015

[4] Feuerverzinkte Stahl- und Verbundbrücken, Institut Feuerverzinken GmbH, Düsseldorf

a-á

A fehérrozdásodás jelensége és elkerülése

A horgany (cink) egy reakcióképes, amfoter jellegű fém, amely a környezetével a legtöbb esetben reakcióba lép. Felületén többlépcsős folyamat végén egy jellemzően tömör védőoxid réteg alakul ki, mely jól ellenáll a környezeti hatásoknak. Klasszikus alkalmazási területe a légköri igénybevétel. Amikor a tűzihorganyzott tárgyat kiemelik a horganyolvadékból – a levegő oxigénjének hatására – nagyon gyorsan cink-oxid réteg képződik rajta. Majd a termék lehűlésével egy időben a légnedvességgel reakcióba lépve újabb kémiai reakciók játszódnak le a felületén, melynek során cink-hidroxid is létrejön ($Zn(OH)_2$). Ez utóbbi egy laza, fehér színű anyag, mely vízben könnyen oldódik (10. ábra).



10. ábra: Finom cink-hidroxid képződése a nedvesség



11. ábra: Fehérrozdásodás jelensége

Amennyiben a felületi nedvesség le tud is tud száradni, további lépések eredményeképpen kémiai átalakulással „végtermékként” kialakul az ún. bázisos-cink-karbonát (cinkpatina), mely vízben szinte oldhatatlan, tömör védőréteget jelent a bevonatnak. Az elektrokémiai folyamatok során, ennek a folyamatnak egy közbenső lépése a cink-hidroxid megjelenése, mely a levegő szén-dioxid (CO_2) tartalmának segítségével nagy részben átalakul bázisos-cink-karbonáttá, azaz a cinkpatinává.

Amennyiben a tűzihorganyzott felületen már kialakult a cinkpatina, akkor a fehérrozdásodás jelenségével már nem kell számolni!

Amikor káros mértékű a jelenség

Jól szellőztetett helyeken, leszáradó horganybevonatok esetében – nem jelent gondot a természetes cink-hidroxid megjelenése, mert nagy része átalakul cinkpatinává, annak kialakulásához vezető közbenső lépés. Amikor azonban a frissen tűzihorganyzott felületet folyamatosan nedvesség éri és nem tud rendszeresen megszáradni, akkor léphet fel az ún. fehérrozdásodás jelensége és akár károsíthatja is a bevonatot (11. ábra).

Jellemzőbb fehérrozdásodási okok:

- Tűzihorganyzást követően egymásra rakott termékek (összefekvő felületek), a felületek közül a víz nem tud kiszáradni (pl. kapilláris hatás).
- A frissen horganyzott hideg termékeket meleg, párás helyre szállítják, vagy ott folyamatosan raktározzák.
- A frissen horganyzott termékeket lezárt, nem szellőző fóliacsomagolás alá helyezik.
- Tároláskor termékek felületi között nem hagynak legalább 4-5 mm-es légrést.
- Tároláskor nem biztosítják, hogy a zártabb termék részekből kifolyjon a víz.
- A tűzihorganyzott termékeket nem szellős helyen tárolják.

A fehérrozdásodás megelőzése

Erre vonatkozóan ún. aktív és passzív intézkedések léteznek. Az *aktív* intézkedések azt jelentik, hogy a frissen tűzihorganyzott termékek kezelésénél hoznak megelőző intézkedéseket (2. táblázat).

Intézkedés	Következmény
A tűzihorganyzott termékeket szellős helyen kell tárolni úgy, hogy a nedvesség le tudjon folyni a felületekről, le tudjon száradni, kialakulhasson a cinkpatina.	Az eredetileg fényes fémréteg idővel elveszti csillogását és megkezdődik és cinkpatina kialakulása.
A frissen tűzihorganyzott termékeket oly módon kell szállítani, tárolni, hogy ne érje erős nedvesség a felületét (eső, köd, páralecsapódás kizárása).	Nem indul meg a friss horganybevonat gyors felületi átalakulása, hanem légnedvességtől függően megkezdődik a cinkpatina kialakulásának lassabb folyamata. A felület lassabban változik szürkévé.

2. táblázat: Aktív intézkedések a fehérrozsda megelőzésére

Vannak olyan lehetőségek is, melyek segítségével a horganybevonat korróziós folyamatát időlegesen és szinte teljesen meg lehet akadályozni, melyek a *passzív* intézkedések. Ilyen esetekben a frissen tűzihorganyzott termékeket – közvetlenül bevonást követően – ún. passzíváló folyadékba mártják (pl. lakkozzák). Ebben az esetben a védőfilm teljesen elzárja a horganyt a levegő hatásaitól és nem indul meg a korrózió, vagyis nem alakul ki rajta a cinkpatina sem. Hasonló megoldás az ún. duplex-védelem (bevonatrendszer) kialakítása is, amikor a megfelelő tisztaságú horganyra festékréteget (rétegeket) visznek fel.

a-á

Kézikönyv acélszerkezetek tervezéséhez és gyártásához



A Magyar Tűzihorganyzók Szervezete – TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK címmel - 2013. decemberében jelentette meg legújabb kiadványát, mely korlátozott számban még néhány példányban elérhető az egyesületnél. Ezzel, az A/5 méretű, keményfedeles kézikönyvvel sok szakember számára kíván segítséget nyújtani a szervezet. A könyv 72 oldalon, 19 db táblázattal és 61 db színes képpel mutatja be azokat a tudnivalókat, melyet a tűzihorganyzott acélszerkezetek tervezésével és gyártásával foglalkozó valamennyi szakembernek fontos tudni, de nagy haszonnal forgathatják maguknak a tűzihorganyzó üzemeknek a szakemberei is, illetve valamennyi érdeklődő.

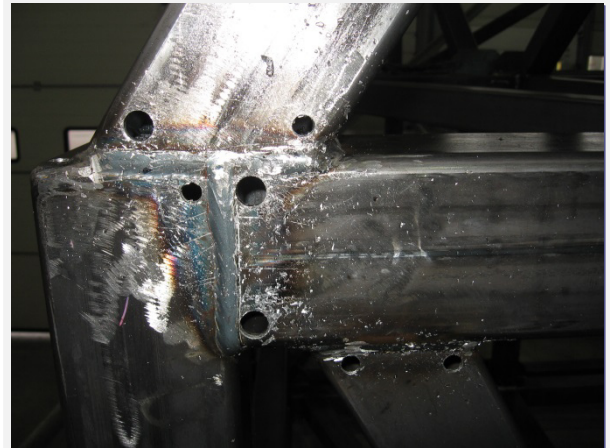
A gyakorlatban alkalmazókon kívül ajánljuk a kézikönyvet a felsőoktatási intézményekben tanuló hallgatóság számára is, ugyanis munkájuk során nem nélkülözhetik majd a korszerű, tűzihorganyzott acélszerkezetek kialakítására vonatkozó legfontosabb tudnivalókat. A kisméretű könyv már csak korlátozott számban rendelhető meg a Magyar Tűzihorganyzók Szervezete (www.hhga.hu) tagvállalatainál.

A helyes tervezés és gyártás alapvetően meghatározza a tűzihorganyzott termék minőségét és használhatóságát

A acélszerkezetek, így a kerítések és kapuk konstrukciója alapvetően befolyásolja a készárak minőségét. A tűzihorganyzott acélelemek tervezésénél, gyártásánál gondolni kell a megfelelő méretű és jól elhelyezett technológiai nyílásokra. A frissen horganyzott termékeken a fehérrozsa helyes tárolással elkerülhető.



Erősen hullámosodott hálók egy kapun a nem megfelelő konstrukció miatt.



Utólag helytelenül kifúrt technológiai nyílások, ugyanis légszákok és horgany marad a belső felületeken.



Helytelen tárolás fehérrozsdásodást okozhat. A víz nem tud kifolyni és kiszáradni az egyes darabok közül.



Az erősebb fehérrozsa vegyszerekkel eltávolítható, de nyomai látszani fognak.

A tőzsdei horganyár alakulása 2015.03.- 2015.08. hónapokban

A megadott árak a londoni fémtőzsde (LME: London Metal Exchange) nagytisztaságú (SHG Zinc) havi eladási árait mutatják.

