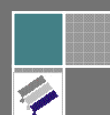


2018.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Most közzétett lapszámunkban különleges témákat választottunk, de ezek egyaránt érintik az acélszerkezetek tervezőit, gyártóit és felhasználóit.

Az Európai Unióban ma már egységesen és jól szabályozottak az acélszerkezet tervezési és gyártási folyamatok. A korrózió elleni védelem céljait szolgáló technológiák hasonlóan szabályozottak, ám a két terület közötti összhang megteremtése országonként még eltérő. Erre példa a német DAST-Richtline 022 irányelv, amely a kockázatmentes felhasználás érdekében előírásokat ad a tervezési, gyártási és tűzihorganyzási folyamatra a teherviselő acélszerkezetek tekintetében. Az irányelv 2016-ban már a második kiadásban jelent meg.

Az előző témához szorosan kapcsolódik a nagyméretű hegesztett, zárt keresztmetszetű (dobozos) tartószerkezetek helyes kialakítása és tűzihorganyzása. Megfelelő tervezéssel a lehető legkedvezőbb feltételeket lehet teremteni a tűzihorganyzáshoz, ezzel minimálisra csökkentve a nemkívánatos folyamatok esélyét.

Gyakorlatban sokszor lehet találkozni olyan észrevételekkel, melyek azt mutatják, hogy sok felhasználó, megrendelő még nem rendelkezik kellő műszaki ismerettel a horganybevonat korróziós tulajdonságairól. Ennek egyik érzékeny pontja a „fehérozsdásodás” jelensége. Írásunkban a legalapvetőbb tudnivalók ismertetésével igyekszünk tisztább képet teremteni olvasóink számára. A horgany (cink) természetes korróziós folyamatának kívánatos végeredménye a cinkpatina kialakulása, de az ehhez vezető utat minden esetben „végig kell járni”, és a szükséges feltételeket biztosítani kell.

A gyakorlati életben is fontos információk tanulmányozásához kellemes időtöltést kívánunk!

2018. március 25.

Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Szakmai Bizottsága

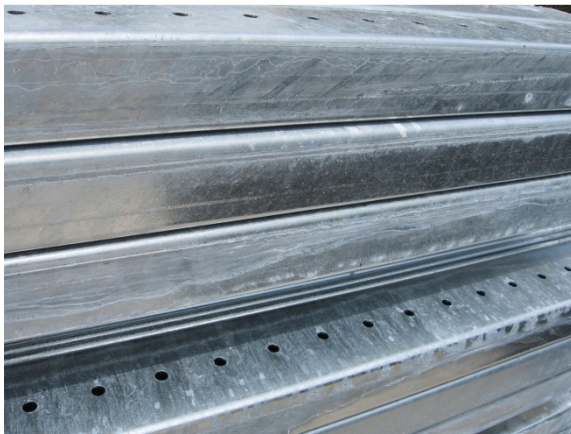
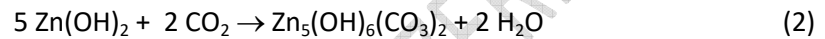
FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkért a kiadó nem vállal semmiféle felelősséget. A folyóiratban közölt cikkek, fényképek és ábrák más kiadványban, nyomtatott és elektronikus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

A cink-hidroxid kialakulása nem bevonathiba, hanem természetes jelenség

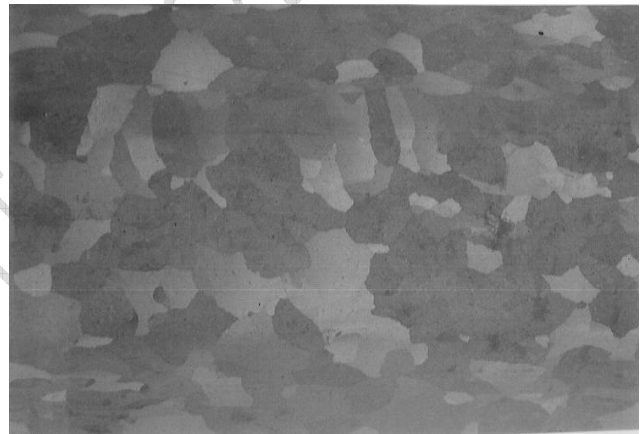
Frissen tűzihorganyzott termékek felületén – miután páralecsapódás, eső érte – minden esetben találkozunk egy fehéres, szárazon porszerű réteggel. Ilyenkor az addig fényes horganyréteg elveszti korábbi csillogását és optimális esetben enyhe, de jól átható korróziós jelenségek indulnak meg a fémfelszínen. A horgany (Zn) kémiailag igen aktív fém, mely általában könnyen reakcióba lép a környezetével, nedvesség hatására a horganyfelületen nagyon gyorsan egy zömmel cink-hidroxidból (Zn(OH)₂) álló, laza oxidréteg alakul ki (1. kép). A folyamat egyszerűsítve:



Az 1. képen is látható a jelenség egy természetes és többlépcsős korróziós folyamat közbeni állapota, melynek végső eredménye a kitűnően védő cinkpatina kialakulása lesz (2. kép). A bázisos-cinkkarbonátból álló cinkpatina létrejöttéhez azonban szükség van a levegő szén-dioxid (CO₂) tartalmára is. A következő folyamat, a cinkpatina képződése egyszerűsített formában:



1. kép: Frissen horganyzott felület páralecsapódás után



2. kép: A már kialakult a cinkpatina

A fentiek alapján láthatjuk, hogy a frissen tűzihorganyzott felületek természetes folyamata az elszíneződés és átalakulás. De ahhoz, hogy a jól védő oxidréteg, a cinkpatina kialakuljon, a szükséges természetes feltételeket biztosítani kell. A friss horganyréteget érheti, sőt érje is a légnedvesség, pára, de a felület szellőzését, megszáradását biztosítani kell azért, hogy a levegő szén-dioxid tartalmának segítségével kialakulhasson a fenti védőréteg. Általában elmondható, hogy magasabb légnedvesség esetén, ha közben a horganyzott felület rendszeresen meg is tud száradni, előbb kialakul a cinkpatina (néhány hét), míg száraz körülmények között erre jóval hosszabb időre (több hónapra) van szükség.

Káros korróziós jelenség, ha „fehérozsdásodás” lép fel

Amikor a frissen tűzihorganyzott felület megázik, vagy felületén kondenzvíz csapódik le, és nem tud megszáradni, akkor súlyos korrózió, az ún. fehérrozsdásodás jön létre. A gyors korrózió (1. egyenlet) következtében a horgany intenzíven károsodik, lepusztulhat, és súlyos esetben elérheti az alapfém

és megindul a vas korróziója (3. kép). Enyhébb esetekben csak kisebb-nagyobb mértékben a horganybevonat károsodik, de a védőréteg használhatósága megmarad, ilyenkor „csupán” esztétikai problémák keletkeznek, melyek a legtöbb esetben nyomtalanul már nem tüntethetők el (4. kép).



3. kép: Súlyos fehérrozsda

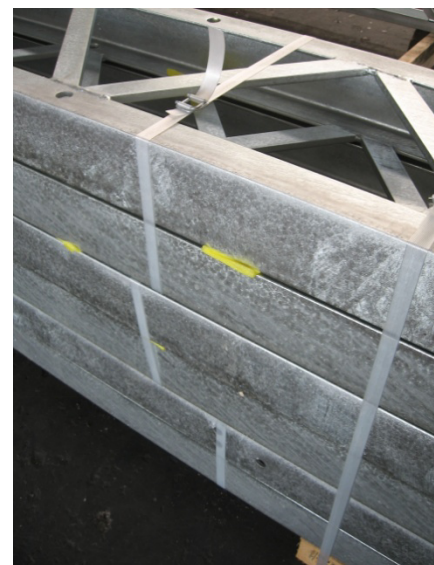


4. kép: Erős fehérrozsodás

A 3. képen látható súlyos káreset abból keletkezett, hogy a frissen horganyzott alkatrész összeszerelés előtti tárolásakor az esővíz nem tudott lefolyni szerkezeti elem sarkából és az igen gyors korrózió a tárolás néhány hete alatt felemésztette a horganyt. A 4. képen látható jelenségnél az ugyancsak frissen horganyzott lemeztáblákat felhasználás előtt szorosan egymásra fektetve tárolták, a lemezek közé bekerült pára nem tudott kiszáradni, ezért komolyabb korróziót okozott. A fehérrozsda kialakulásának veszélye minden esetben *csak frissen* horganyzott felületeknél áll fenn, ahol a cinkpatina még nem tudott kialakulni. Ha a cinkpatina már kialakult a fehérrozsodás kockázatával nem kell számolni.

Fontos a helyes csomagolás és tárolás

A fehérrozsodás megelőzése érdekében fontos, hogy az összefekvő felületeket alkalmas távtartóval elválasszák a megfelelő légrés, a szellőzés biztosítása céljából. Erre megfelel a vékony és tiszta alátétfa, de egyéb megoldás is lehetséges (pl. horganyzott távtartó köracélok, műanyagok).



5-6. kép: Helyes csomagolás távtartók alkalmazásával

A megfelelő módon elvégzett csomagolást követően fontos odafigyelni az építési területen történő rendezett és helyes tárolásra is. A sárban, magas fűben tárolt tűzihorganyzott elemek felületét elcsúfítják, sőt károsíthatja az állandóan nedves, esetleg agresszív közeg (7-8. kép). Ügyelni kell arra, hogy a nedvesség maradéktalanul lefolyjon a fémfelületekről.



7-8. kép: Hanyag, szakszerűtlen tárolás az építési területen

A frissen bevont termékek alsó felületeit a talajszinttől, vastag növényezettől kellő távolságban (min. 20 cm) célszerű tárolni annak érdekében, hogy a felületek nedvességtől történő leszáradása biztosított legyen, így ne alakuljon ki a fehérrozsdá. Frissen tűzihorganyzott acélszerkezetek fedett helyen történő raktározása a legtöbb esetben egyáltalán nem indokolt. A nyílt téren történő helyes tárolással elősegítjük a cinkpatina mielőbbi kialakulását. A bevonat csillogó fényének megőrzése nem minőségi, hanem extra piaci igény kérdése, melyről a szerződésben álló feleknek kell megállapodni, mivel többlet költségekkel járhat. Ez a leginkább száraz levegőjű, fedett térben történő tárolást, vagy átmeneti korrózióvédelmi bevonat felhordását jelenti.

a-á

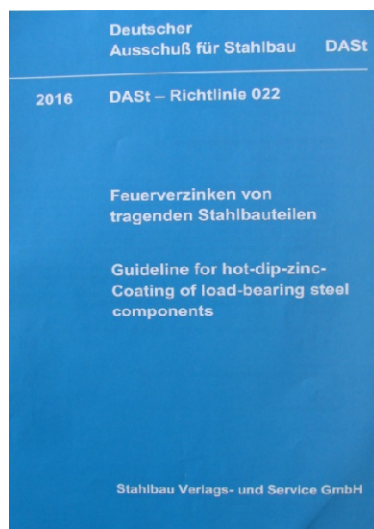
Az új DAST-022 Richtlinie 022:2016 legfontosabb előírásai

Nagyméretű tűzihorganyzott gerendákon korábban – főleg a hegesztési varratokban és környezetükben - tapasztalt repedések megelőzése céljából 2009 decemberében Németországban a meglévő acélszerkezet tervezési, gyártási szabványokon felül bevezették a DAST-Richtlinie 022 irányelvet. A „Teherhordó acél alkatrészek tűzihorganyzása” című irányelv az alkatrészek minőségének biztosítását szolgálja. A beruházók, a kivitelezők, a tervezőmérnökök és a gyártók a DAST-R.-022 megjelenése óta figyelembe veszik és alkalmazzák ezt az előírást, alkalmazása a német építőiparban ma már kötelező. 2016 júniusában megjelent az irányelv (9. kép) felülvizsgálata, melynek változásait az alábbiakban tekintjük át. Az átdolgozott DAST 022 irányelv módosításai:

- A módosítás legfőbb indikátora a visszavonásra került DIN 18800 szabvány volt, és az új irányelv előírásait az EN 1090 szabvány követelményeihez igazították. Például a gyártott

alkatrészek vágott felületeinek maximális felületi keménységét már nem 340 HV-ben írja elő irányelv, hanem az EN 1090 szerint kell azt meghatározni.

- A felhasználható acélműanyagok spektrumát kiterjesztették az S500 szilárdságú acélra. A DAST 022 irányelv így jelenleg a DIN EN 10025 1 - 4. részei szerinti S235, S275, S355, S420, S450, S460 és S500 szilárdsági osztályú, valamint az ezzel megegyező, a DIN EN 10210 és a DIN EN 10219 szabványok által meghatározott acélokra vonatkozik.
- Ugyanakkor csökkentették a jellegzetes részletek (tartókialakítások) számát, ahol a repedések előfordulhatnak (lásd az irányelv 4. táblázata).
- A korábbi DAST irányelv kevesebb, mint 2 százalékra korlátozta a tűzihorganyzást megelőző hideg alakítás mértékét (ϵ_{pl}). Ezt a korlátozást feloldották. Csak a DIN EN 10025 és a DIN EN 10219 szerinti minimális hajlítási sugarakat kell figyelembe venni, az alkalmazott acél típusától és az anyag vastagságától függően.
- A szerkezetkialakítás, és gyártás alapelveinek egyszerűsített átdolgozása: kiemelendő, hogy most már a rácsos tartók és Vierendeel-tartók ellenőrzött tágulására használható számítási igazolás lehetősége miatt, az eljárásvizsgálat hasonló acélelemekre elhagyható. Egy tartószerkezet alárendelt elemeinél elmaradhat az „ütve-vágott” peremek eljárásvizsgálatának a kötelezettsége, pl. a talplemezekenél, a bordáknál, és a csomólemezeknél.
- A teherhordó acélelemek tűzihorganyzása 530-620 °C közötti hőmérsékleten is lehetségessé vált. A magas hőmérséklet miatt itt szigorúbb előírások vannak, mint normál horganyzási hőmérsékleten (440-460 °C-on). Ezt az irányelv 6. melléklete tartalmazza.
- A tűzihorganyzó üzemek, melyek a DAST 022 irányelv szerint horganyoznak, minimálisan 350 g/l-re csökkenthetik a fluxsó tartalmat (T%) a tűzihorganyzás felület-előkészítése során.



9. kép: DAST-R. 022:2016

A felhasználóbarát jelleg biztosítása céljából az új DAST 022 irányelv továbbra is úgy van felépítve, hogy egyszerű táblázatokkal alkalmazható legyen a gyakorlatban. A repedésmentességet igazoló, különleges bizonyítási eljárásra csak kivételes esetekben van szükség. Mint korábban is, az irányelv kiegészíti, a DIN EN ISO 1461 „Tűzihorganyzással kialakított bevonatok kész vas- és acéltermékeken. Követelmények és vizsgálati módszerek”, és bizonyos esetekben a DIN EN ISO 14713 „Horganybevonatok. Útmutatók, ajánlások vas- és acélszerkezetek korrózió elleni védelméhez.” szabványokat, amelyek továbbra is érvényben vannak.

A korábbi, a 2009-ben megjelent DAST 022 irányelv szabályozza a teherhordó acélalkatrészek tervezését, gyártását és tűzihorganyzását. Az irányelv a teherhordó acélszerkezetek tervezésének, kivitelezésének, gyártásának és tűzihorganyzásának átfogó elemeit ismerteti. Az iránymutatás támogatja a minőségbiztosítást, és olyan követelményeket határoz meg, amelyekkel a horganyzás során fellépő repedésképződés miatti teherbírás csökkenés és felhasználhatóság csökkenés megakadályozható.

A DAST 022 irányelv a DIN EN 1993 és a DIN EN 1090 szabványsorozat szerint méretezett és gyártott teherhordó, előre gyártott acélelemek tűzihorganyzására vonatkozik. Ez azt jelenti, hogy a DAST irányelvet minden, e szabványok szerint tervezett és gyártott horganyzott acél és fém alkatrészre alkalmazni kell. Ez magában foglalja az összes olyan szerkezetet, amelyre állékonysági méretezés

szükséges, pl. a nehéz acélszerkezeteket, de a könnyű szerkezeteket is, mint a lépcsők, erkélyek, korlátok vagy gépkocsi beállók - azaz minden teherhordó alkatrészt a szerkezetben.

Az egyszerűsített tervezés során biztosítani kell, hogy az alkatrészek repedés nélkül tűzihorganyozhatóak. Ennek érdekében az acélszerkezeteket alkotó elemeket a tervezési és gyártási táblázatos előírásoknak megfelelően kell megtervezni. Az egyszerűsített tervezési eljárás során megtervezett acélalkatrészek geometriai kialakításuk, valamint alapanyag vastagságuk és anyagminőségük alapján a három konfidencia (*megbízhatósági*) tartomány valamelyikébe esnek. A konfidencia tartományokból az ellenőrzési követelmények közvetlenül adódnak. A DASt 022 irányelv értelmében ezt az információt – mely később a tűzihorganyzást végző vállalkozás részére lényeges - rögzíteni kell és a horganyzási megrendeléssel együtt a tűzihorganyzó üzemnek át kell adni. A megrendelés átvételekor a gyártó üzem dokumentációjának DASt 022 irányelv műszaki előírásainak megfelelőségét ellenőrizni szükséges, és szükség esetén további szempontokat is mérlegelni kell.

A tűzihorganyzásra tervezett alkatrészek tervezésére, szerkesztésére és gyártására vonatkozó követelmények betartásán túlmenően követelmény magának a tűzihorganyzási folyamatnak és a horganyzott késztermékeknek a vizsgálata is. A tűzihorganyzási folyamatra előírt követelmények arra irányulnak, hogy megfelelő eljárási paramétereket határozzanak meg a felület-előkészítésre, valamint magára a horganyolvadékban történő tényleges horganyzási folyamatra.

A horganyzott alkatrészek vizsgálati követelménye 100%-os vizuális ellenőrzés az összes horganyzott alkatrészt érintően. A DASt 022 irányelv által előírt minden további roncsolásmentes vizsgálatot, mint például a mágneses repedésvizsgálatot, a tűzihorganyzó üzem saját szakképzett vizsgáló személyzetnek a vagy külső vizsgálati laboratórium szakemberének kell elvégezni. Az egyes vizsgálatok fokozatait a konfidencia (megbízhatósági) osztályba sorolás alapján kell meghatározni. A tűzihorganyzás folyamatának paramétereit és a termékvizsgálatok eredményeit az üzemi gyártásellenőrzési előírások keretein belül megfelelően rögzíteni és dokumentálni kell.

A horganyzó üzemeknek, és a horganyzott acélszerkezeteknek is meg kell felelniük az üzemi gyártásközi ellenőrzési előírásoknak, továbbá a teljes tűzihorganyzási eljárást egy külső, tanúsító intézettel minősíteni kell, hogy megfeleljenek az érvényes DASt 022 irányelv követelményeinek. A sikeres minősítést követően a tűzihorganyzó üzem megfelelőségi tanúsítványt kap, és a horganyzott acélelemek szállítólevelén feltüntetett "Ü" jellel igazolja a DASt 022 irányelvnek való megfelelést.

A DASt 022 irányelv már egy bizonyított minőségbiztosítási szabvány, építési tűzihorganyzott acél tartószerkezeti elemekre vonatkozóan. Követelményeket határoz meg a gyártási folyamatban résztvevő összes vállalatra - kezdve a tervezőktől az acélelemek gyártását végző vállalatokon át egészen a tűzihorganyzást végző üzemig. A DASt 022 irányelv úgy lett kialakítva, hogy használata egyszerű és praktikus legyen, táblázatok és grafikonok segítségével gyorsan leolvasható követelményeket és megoldásokat határoz meg. A DASt 022 irányelvvvel olyan szabályozást hoztak létre, melyek valóban biztosítják horganyzott tartó acélszerkezetek biztonságát. Az egyes lépések a horganyzott acélszerkezetek gyártási folyamatában jobban összehangoltak, műszakilag jobban dokumentáltak és ellenőrzöttek, valamint belső és külső ellenőrzésnek is alá vannak vetve. A felülvizsgált DASt 022 irányelv számos egyszerűsítést hoz anélkül, hogy csökkentené az előző verzió magas szintű minőségbiztosítási szintjét.

b-t

Nagy belső terekkel rendelkező tartók (szekrénytartók) ajánlott konstrukciója

A címben szereplő szerkezet definícióját tekintve, négyszög keresztmetszetű, általában négyzet, téglalap, trapéz geometriai alakzatú, melegen hengerelt lemezből összeállított tartó, amelynek előnye a kialakításából adódó, kedvező fajlagos tömeg melletti, jelentős teherbírás, ami alkalmassá teszi nagy távolságok áthidalására. Ennek köszönhetően alkalmazása, általában hidak, acélszerkezeti főtartó elemeinél szokásos, de horganyozható méretű és kialakítású gyártmányokkal, az ipari acélszerkezeteknél is, gyakran találkozhatunk (10. kép).

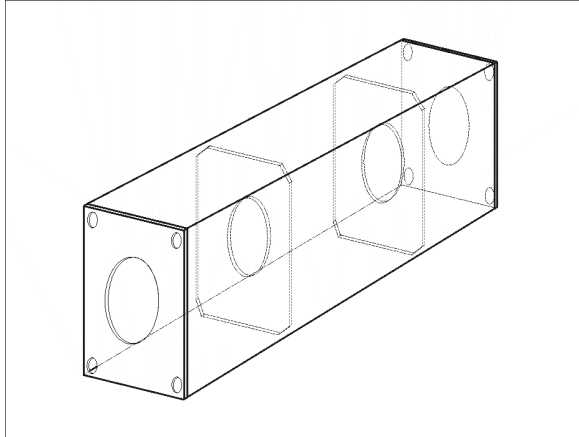


10. kép: Szekrénytartó

Már a címbeli elnevezésből is kitűnik, hogy nagykeresztmetszetű, jelentős belső térfogattal rendelkező, belső bordákkal és gerinclemezekkel megerősített szerkezetről beszélünk. A méret és kialakítás, a tűzihorganyzás szempontjából, fajsúlyos kérdésnek számít. A nagy belső teret, a technológia sajátosságainak megfelelően, folyadékkal egy adott (a lehető legrövidebb) időn belül fel kell tölteni, és majd ki is kell üríteni.

A gyors bemelegítésre azért van szükség, mert a fémfürdőben lévő rész anyaga a horgany hőmérsékletére emelkedik, míg a kint lévő részek még környezeti hőmérsékleten vannak, így a hőmérséklet különbségből adódó, hőtágulási nyúlás különbség mértéke jelentős belső feszültséget okoz a lemezből készült szerkezetben. A felmelegedés mértéke, ideje, függ az anyagvastagságtól, vagyis minél vékonyabb lemezzel van dolgunk, annál nagyobb a deformációs veszély. A lemez, a horganyzás szempontjából, egyébként is a legproblémásabbnak számító szerkezet lehet, mert az sajátosságai miatt, a belső feszültségek, olyan zárt erőfolyamot alkotnak, ami hullámosodáshoz vezet. Ennek egyenes következménye, hogy a tűzihorganyzás folyamata alatt létrejött torzulások, vetemedések és hullámosodás, jól látható módon megmarad a szerkezetben, ami esztétikai probléma, de rosszabb esetben a geometriai méretváltozások jönnek létre, amelyek a használhatóság

szempontjából, általában elfogadhatatlanok. Az elmondottakból egyértelműen kitűnik, hogy a technológiai nyílások méretének és elhelyezésének, ennél a szerkezetnél is, kitüntetett szerepe van. Amennyiben belső merevítő bordák vannak, azok kialakításán nagymértékben múlik a horganyzás elvégzése, mert az utólagos javítással, horganyozhatóvá tenni a terméket, általában nem lehet. A belső bordák, (11. kép) különálló üregekre osztják fel a teljes belső térfogatot, utólagos hozzáférésük a nyílások növeléséhez lehetetlen, a külső nyitás, a szekrénylemez kivágásával elfogadhatatlan, emiatt átgondolt, előre megtervezett, technológiai nyílástervezés indokolt a tűzihorganyzáshoz.



11. kép: Véglemez és belső borda kialakítása



12. kép: Megfelelő sarokkivágás



13. kép: Kicsi sarokkivágás

Mindig szükség van egy nagyméretű bemeneti nyílásra, ami a gyors feltöltést és ürítést biztosítja. A nyílás azonban, nem érinti a szekrénytartó palástját, ezért folyadékot tart vissza, ami a térfogattól függően, a bordázat megfelelő méretű sarokkivágását indokolja, a maradék folyadék kifolyásának biztosítására (12. kép). A probléma, általában ezekkel a sarokkivágásokkal van, túl kicsik, nem alkalmasak az előírás szerinti kiemelési sebesség mellett, a belső terekben visszatartott folyadék kiürítésére (13. kép). A bordázat nyitásainak keresztmetszete, alkalmas legyen a szekrénytartó teljes térfogatának feltöltésére, hiszen gyakorlatilag az egyik végéről ferdén merített szerkezet, az bordákon, és a véglemezen keresztül telik meg folyadékkal. Azok a szekrénytartók, amelyek „H” kialakításúak, a két szekrény rács rudakkal van összekötve, a rácsos tartókhoz hasonló

megoldással, még nagyobb odafigyelést igényelnek. Mivel nagyméretű keretes szerkezet, kis merítési szögben találkozik a folyadékkal, és amennyiben nem tud gyorsan merülni, a horganyban lévő részek, a magas hőmérsékletük miatt megnyúlnak, emiatt a környezeti hőmérsékleten kívül lévő részek ívesen meghajlanak (14. kép). Fennáll a lehetősége, a megengedhetetlen mértékű maradandó alakváltozásnak, ami használhatatlanná teszi a szerkezetet, javítani, rosszabb esetben újra kell gyártani, emiatt a szerkezet készítőjének, súlyos anyagi következményekkel járhat. Amennyiben a

csomó-és csatlakozási pontoknál megerősítések vannak, az átlapolásoknál (15. kép) az előírt biztonsági megnyitásokat kell alkalmazni.



14. kép: Nagyméretű zártszelvény övekkel rendelkező szerkezet horganyzás közben jól láthatóan „ívelődik”



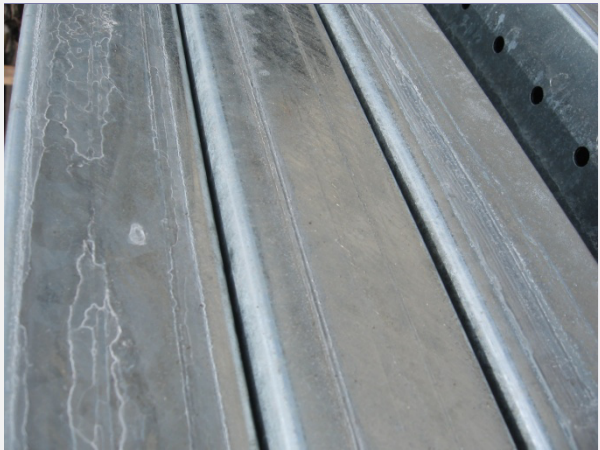
15. kép: Átlapolás szekrénytartón

Mindenképpen azt javasoljuk, hogy az ilyen jellegű szerkezetek esetében, már a tervezés alatt, de legkésőbb a gyártás megkezdése előtt, egyeztessenek a kiválasztott tűzihorganyzó üzemmel, a horganyozhatóság szempontjából.

n-m

A fehér színű cink-hidroxid kialakulása közbenső lépése a cinkpatina kialakulásának, de túlzott képződése káros

A horganybevonatok kitűnő korrózióállóságát a felületükön kialakult, főleg bázisos-cinkkarbonátból álló cinkpatina eredményezi. Ennek a jól védő oxidrétegnek a kialakulásához bonyolult, többlépcsős kémiai-fizikai folyamatok vezetnek. Az átalakulási folyamat része a cink-hidroxid kialakulása, melynek túlzott mértéke káros.



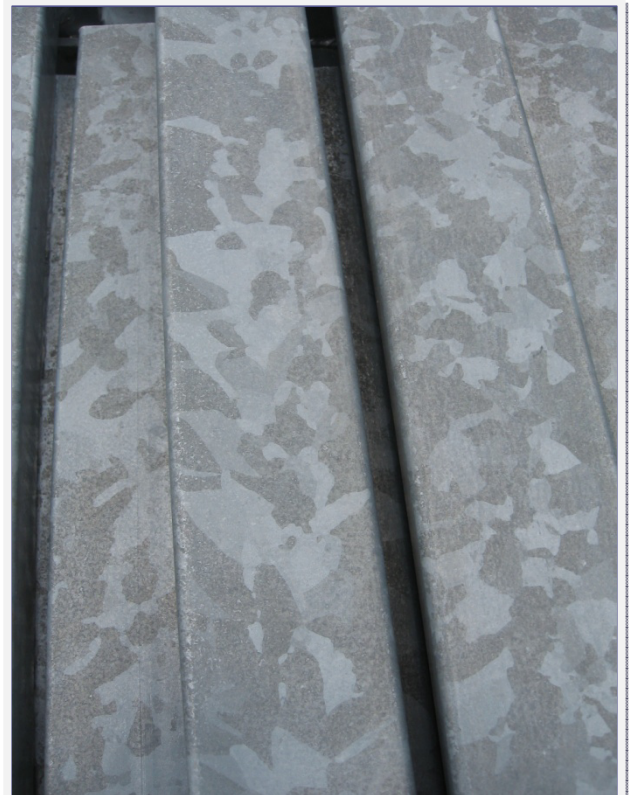
Az ilyen cink-hidroxiddal borított horganyfelület néhány hét-hónap alatt átalakul, létrejön a cinkpatina.



Súlyos korrózió, fehérrozsás felület. A jelenség már bevonat lepusztulását okozta.



A látványosan korrodálódott tűzihorganyzott lemezfelület nemkívánatos jelenség.



Több éve „érett”, cinkpatinával borított, horganyvirágos bevonat megjelenése.

A tőzsdei horganyár alakulása 2017.09. - 2018.02. hónapokban

A megadott árak a londoni fémtőzsde (LME: London Metal Exchange) nagy tisztaságú (SHG Zinc) havi eladási árait mutatják (Forrás: www.feuerzinken.de).

