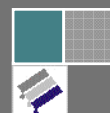


2014.

# TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – II. évfolyam, 4. szám



## **Tisztelt Olvasóink!**

*Az acélszerkezetek kialakításával (konstrukció, gyártás) nagymértékben tudjuk befolyásolni a tűzihorganyzott termék minőségét. Az elmúlt években rohamosan terjednek a hegesztett átlapolásos kapcsolatok. Bizonyára, hogy statikailag megfelelőek ugyan, sőt egyszerűsíti az acélszerkezeti kötéseket, ám hátrányai is vannak. Ezek közé tartozik, hogy tűzihorganyzás esetén különös gonddal kell eljárni a létrehozásánál. A fellépő kockázatok a robbanásveszély elkerülése, illetve a későbbi korróziós problémák. Cikkünkben példákkal és képekkel igyekszünk átadni tapasztalatainkat és tanácsokkal látjuk el lapunk olvasóit.*

*A tűzihorgany bevonatok elsődleges rendeltetése a korrózió elleni védelem. Ennek megfelelően olyan közegben szabad csak alkalmazni, amely ennek a követelménynek megfelel. Európában évente több mint hatmillió tonna acélszerkezetet tűzihorganyoznak, melynek legnagyobb részét majd légköri hatásoknak vetik alá. Szerencsére növekszik azoknak a felhasználóknak az aránya, akik különféle folyadékokban - elsősorban természetes vizekben - a víz korróziós hatásaival szemben horganybevonatot kívánnak használni. Az itt lejátszódó folyamatok bonyolultabbak és nehezebben modellezhetők, mint azt az atmoszférikus igénybevételeknél láthatjuk, ezért fontos szerepe van az évszázados tapasztalatoknak. A tűzihorgany bevonatokat már régóta használjuk mesterséges vizekben, így ivóvíz célú vízvezetékéknél is. Itt felhívjuk a figyelmet arra, hogy amennyiben ivóvízzel érintkező acélszerkezeteknél használják, akkor a bevonat kémiai összetételére és tisztaságára vonatkozóan különleges előírásoknak kell megfelelni.*

*Mostani lapszámunkban egy csak nagyon ritkán előforduló hibajelenséggel az olvadt fém okozta feszültségkorróziós problémával is foglalkozunk. Tesszük ezt azért, mert azok a vállalatok, akik a németországi építőiparnak kívánnak tűzihorganyzott kivitelű acélszerkezeteket beszállítani találkozhatnak a DAST-022-Richtline:2009 előírásaival, mely lényeges előírásokat tartalmaz a tervezésre és gyártásra is.*

*A fenti témák a napi gyakorlatban felmerülhetnek, melyek tanulmányozásához iránymutatásokat kívánunk nyújtani.*

2014. augusztus 31.

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

## Tűzhorgany bevonatok korróziós ellenállása vízben és egyéb folyadékokban

A tűzhorgany bevonatokkal leginkább légköri igénybevételnél találkozhatunk. A légköri hatások következtében a horganybevonat felületén ún. cinkpatina alakul ki, mely csak nagyon lassan kopik, és a bevonatból újratermelődik. A gyakorlatban számos helyen használják fel a természetes és mesterséges vizekben a horgany jó korróziós tulajdonságait, sőt még kemikáliák esetében is sok esetben kitűnően helyt áll. Az ilyen alkalmazásoknak sok évtizedes hagyományai vannak, a megszerzett tapasztalatok biztonságot jelentenek a felhasználóknak.

### A horgany (cink) korróziós ellenállása vízben

A cink (Zn) erősen reakcióképes fém (elektron donor), korróziós ellenállását leginkább nem alapvető kémiai jellemzőinek, hanem felületén képződő oxidréteg tulajdonságainak köszönheti. Természetes és mesterséges vizekben történő alkalmazása lényegében egyidős az ipari alkalmazásával. A cink korróziós viselkedésére jellemző, hogy általában a vizes közegben is kialakul rajta valamilyen oxidréteg, mely a víz jellemzőitől függően, de védi az alatta levő horganyfelületet és önmaga csak lassan erodálódik, majd újratermelődik a bevonatból. Víz alatti korrózió esetén – *természetes vizekben* - leginkább az 1. táblázat szerinti tényezők határozzák meg a horganybevonat élettartamát. Természetes vizek esetében – korróziós szempontból - megkülönböztetünk édesvizet, brakkvizet és tengervizet, sorrendben egyre növekvő sótartalommal és intenzívebb korróziós hatásokkal.

| Sótartalom | pH-érték | Hőmérséklet | Biológiai tényezők | Áramlás | Koptató hatás |
|------------|----------|-------------|--------------------|---------|---------------|
|------------|----------|-------------|--------------------|---------|---------------|

#### 1. *ábra*: Természetes vizek legfontosabb korróziós jellemzői

A tűzhorgany bevonatok természetes vizekben történő alkalmazása egyre szélesebb körben terjed, és jóval kevesebb kockázatot hordoz magában, mintha mesterséges vízrendszerben használnánk. Vízi építmények esetében, édesvízben sokszor találkozunk tűzhorganyzott acélszerkezetekkel (2. és 3. *ábra*), melyek évtizedek óta kiválóan vizsgáznak.



2. *ábra*: Tűzhorganyzott bejáró



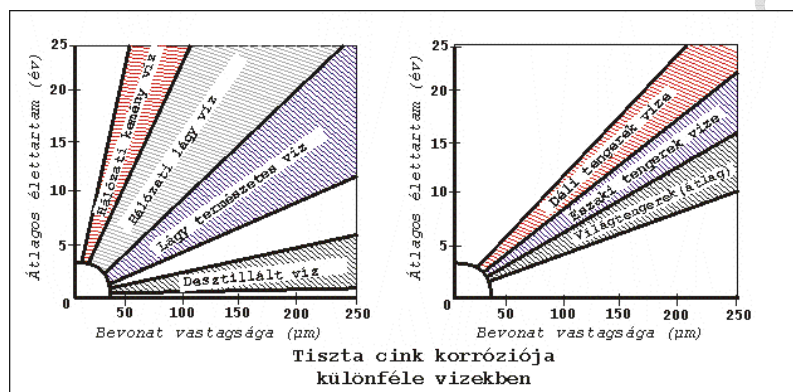
3. *ábra*: Tűzhorganyzott kivitelű átérés

Mesterséges vízrendszerekben az alkalmazott víztechnológia hatása érvényesül (4. ábra). A víz hőmérséklete meghatározó tényező a horganyfelületen kialakuló oxidréteg szempontjából. Tapasztalatok szerint kb. 50°C feletti hőmérsékleten nem szerencsés a tűzihorgany bevonat alkalmazása, mert intenzív korróziójának nagy a kockázata. Ebben a tartományban megszűnik a cink ún. katódos védőhatása és a bevonat legkisebb sérülése esetén nem védi a vasat, hanem a vas lesz az anódosan oldódó (korrodálódó fém). Megjegyezzük, hogy ez a hőmérsékleti érték csak tájékoztató adat, a vízben levő alkotók ezt lefelé és felfelé is módosíthatják. Hideg és keményebb vízben sokkal jobban ellenáll a cink a korrózióknak, mint lágyabb és magasabb hőmérsékletű vízben. Amennyiben ivóvízzel érintkező acélszerkezeteket tűzihorganyoznak, a horganybevonat kémiai összetételére vonatkozóan külön előírások vannak (EN ISO 10240).

|            |          |             |                |                 |               |
|------------|----------|-------------|----------------|-----------------|---------------|
| Keményiség | pH-érték | Hőmérséklet | Kémiai anyagok | Áramlás, nyomás | Koptató hatás |
|------------|----------|-------------|----------------|-----------------|---------------|

#### 4. ábra: Mesterséges vizek legfontosabb korróziós jellemzői

Nemzetközi tapasztalatok alapján az 5. ábra szerinti értékek adódtak a különféle vizekben a cink korróziós értékeire.



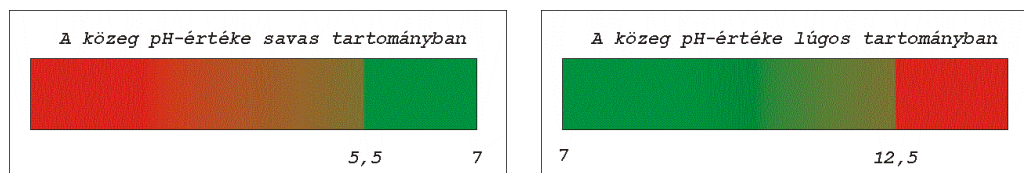
5. ábra: Nemzetközi mérések tapasztalatai

Mesterséges vízrendszerben történő alkalmazásnál mindenképpen javasoljuk szakember véleményét kikérni, mielőtt döntenek a felhasználásról. Különösen igaz ez ipari vizes technológiák esetén, ahol esetleg extrém korróziós igénybevételek

kockázata is fennállhat.

### Korróziós ellenállás egyéb folyadékokban

A horgany nemcsak természeti körülmények közötti hatásoknál alkalmazható, hanem sok kemikáliának is ellenáll. Fontos szerepe van az adott közeg pH-értékének, ugyanis a cink legkedvezőbbben semleges pH-értékű környezetben a legtartósabb, míg erősen savas és lúgos hatásoknál rohamosan romlik a korróziós ellenállása (6. ábra).



6. ábra: A cink korróziós ellenállása a folyadék pH-értéke függvényében

Példaként említhető, ha tűzhorganyzott felületű tartályban szeretnénk tárolni vegyipari termékeket, ez sok esetben lehetséges, ezt mutatja a 7. ábra.

| Anyagcsoport   | Lehetséges alkalmazás   |
|----------------|---|
| Szénhidrogének | Benzol, toluol, xilol, ciklohexan, könnyű szénhidrogén, petroleum, nehézbenzin, lakkbenzin, tiszta dízelolaj, terpentín, olajfestékek, stb. |
| Alkoholok      | Isopropanol, glykol, glicerin   |
| Halogenidek    | Számos szerves monohalogenid, pl. amylbromid, butylbromid, butylklorid, etylbromid, brombenzol, klórbenzol, stb.                            |
| Fenolok        | Fenol, kresol, bifenol, xilenol, klórxilenol, stb.  |
| Egyéb anyagok  | Folyékony szőlőcukor, egyes amidok, fenol-származékok, észterek, stb.   |

**7. ábra:** A cink különféle kemikáliákkal szembeni korróziós ellenállása

Amennyiben a tűzhorganyzott acélszerkezetet vegyi anyagokkal érintkezésben kívánják alkalmazni, mindenképpen ehhez értő szakember tanácsát kell kikérni.

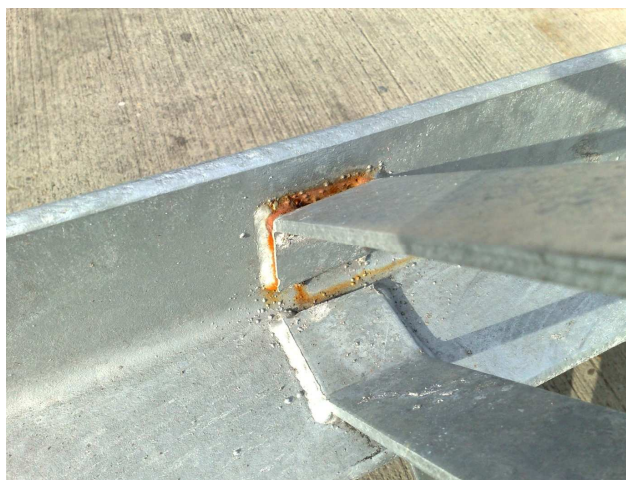
a-á

## Acélszerkezetek helyes tervezése – átlapolós kapcsolatok és következményeik

Az átlapolós kapcsolatok alkalmazását a tűzhorganyzás és korrózióvédelem szempontjából az egyik legproblémásabb területnek kell tekintenünk (8. ábra). Az átlapolt részek bármilyen felületvédelemről legyen is szó, bevonat nélküli területek, amely a szerkezet használata során korróziós gócként viselkednek, viselkedhetnek (9. ábra). Maga a műszaki megoldás bizonyos esetekben elkerülhetetlen, nevezhetjük a magunk szempontjából szükséges rossznak is, ezért körültekintően kell kialakítani és felületvédelemmel ellátni, majd a használat során esetleg gyakran karbantartani, javítani.



**8. ábra:** Nagyméretű átlapolás



**9. ábra:** Bevonathiány, korróziós góc!

A legfontosabb tudnivaló, hogy ez is egy üreg, amelyre a horganyzás szempontjából előírások vonatkoznak. Az üreg mértéke attól függ, hogy mekkora az átlapoló felület, illetve az átlapoló anyag mennyire illeszkedik az alapanyaghoz. A kialakítás szempontjából többféle megoldás közül választhatunk, illetve vannak alapelvek, amelyeket a horganyzó üzemek előírnak és alkalmazni kell.

A tisztánlátás érdekében, először azt nézzük meg, hogyan viselkednek az átlapolások a horganyfürdőben. Már fentebb említettük, hogy ez a megoldás is egy üreg, vagyis levegőt zárunk be, amely a horganyzás hőmérsékletén felmelegszik, és jelentős nyomást gyakorol az összeépített elemekre (10. ábra). Anyagvastagságtól függően az elemek a nyomás hatására felpúposodhatnak, torzulhatnak, egyes esetekben felrobbannak és a hegesztési varratok felszakadásával a felületek elválnak egymástól (11. ábra).



**10. ábra:** Felpúposodott átlapolás



**11. ábra:** Durva torzulás

A robbanás a szerkezet tönkremenetele mellett jelentős kárt tehet a horganyzó berendezésben is, illetve a kezelő személyzetre nézve rendkívül balesetveszélyes. A nyomásnövekedést fokozza, hogy a termékek, órákon keresztül folyadékokkal teli előkezelő kádakban vannak és folyadék szívároghat az üregekbe. Ez a szárítás alatt nem tud távozni és a tűzhorganyzás hőmérsékletén robbanásszerűen gőzzé válik, ami további nyomásemelkedést okoz. Ezen problémák kezelése érdekében szükséges néhány egyszerű szabályt betartani.

Amennyiben az átlapoló felület  $100 \text{ cm}^2$  alatt van, folyamatos, zárt, tömör és hibamentes hegesztési hogy elkerüljük a folyadék beszivárgását a lapolások közé, varrattal kell körbehegeszteni (12. ábra). Nagyobb felület esetén szakaszos varratokat kell alkalmazni, vagy az átlapolás négy sarkát letörni és nem lehegeszteni. De gyakran alkalmazott megoldás, a horganyzási helyzet figyelembevételével, az átlós alsó és felső sarkokat furattal ellátni a keletkező gázok akadálytalan eltávozása érdekében.

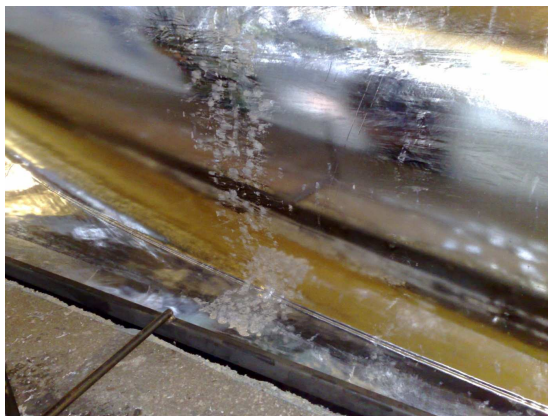


**12. ábra:** Kisméretű átlapolás horganyzási hibával, a nem kellően tömör varrat miatt

Sajnos gyakori esett, hogy az eltávozó forró gőzök leégetik a darab felületé levő folyasztószert, emiatt a lapolások és nyílásaik környezetében bevonathiányok alakulnak ki, ami hibahely és javítani szükséges. Zártszelvénynél, csőnél ezért célszerű magára az elemre helyezni a furatot (a letakart lemezre), mert ebben az esetben a külső megjelenés kifogástalan lehet, az átlapolás és környezetének esetleges horganyzási hibája, a belső, nem látszó felületen lesz.

Mivel a szerkezet és a rálapoló anyag is készülhet vastag, robusztusabb acélanyagból, ilyenkor horganyzás után lassú hűléssel kell számolnunk, ami hosszabb exponálási időt eredményez. Ennek

következtében az átlapolás és környezetének külleme jelentősen eltérhet a szerkezet általános megjelenésétől, általában vastag, rideg, esetleg hálómintás szürke bevonat alakulhat ki rajtuk. További jellegzetes horganyzási hiba, hogy a kiemelés alatt a folyamatosan kiáramló gázok oxidálják a horganyt, és úgynevezett horganyoxid göbök keletkeznek, amelyek ráúsznak a bevonatra és rontják a termék esztétikáját (13. ábra).



**13. ábra:** Átlapolásból szivárgó gázok következményei



**14. ábra:** Tolókapu görgővezetője kerettel összehegesztve

A szoros illeszkedéstől eltérő teljesen ellentétes megoldás, ha hézagot hagyunk az átlapolt felületek között. Akkor alkalmazható, ha azonos anyagok - a szerkezet típusa miatt - keresztezik egymást, vagy olyan nagyméretű az átlapolás, hogy nem lehet körbehegeszteni. Gyakori példa lehet egy tolókapu, ahol az alsó zártszelvényre a görgőt vezető „C” szelvényt fűzővarratokkal ráhegesztik. Itt célszerű lehetne az elemek között legalább 1,5-2 mm hézagot hagyni, ami előkezelhető és a horgany kitölti (14. ábra).

Mindent egybevetve, ahol az átlapolás elkerülhető, ott ne használjuk, helyettesítsük inkább más megoldásokkal, de ha mégis szükségszerű alkalmazni, akkor kérjünk tanácsot tűzihorganyozással foglalkozó szakemberektől.

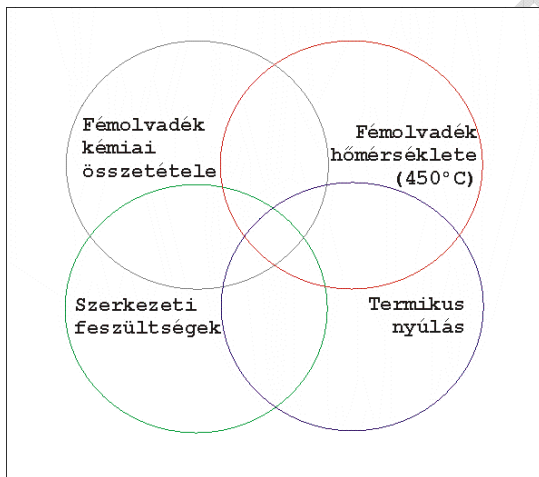
n-m

## Folyékony fém okozta korróziós repedések kockázata (LME)

A tűzihorganyzási folyamat során, a legtöbb bevonóüzemben soha nem találkoznak a horganyzás alatt, vagy utána kialakuló – a horganyzómű hibájából származó - acélszerkezeti repedésekkel. Az ilyen jelenségek csak nagyon ritkán és a szélsőséges hatások egyidejű fellépésekor alakulnak ki. Az már hosszú évtizedek óta közismert, hogy az acélszerkezetek gyártásakor – nem megfelelő acélminőség, vagy gyártási, hegesztési technológia alkalmazásánál – fennáll a veszélye a szerkezeti repedéseknek, különösen igaz ez a hegesztett acélszerkezetek esetében, és főleg a nagyobb anyagvastagságoknál ( $v > 30$  mm). Tűzihorganyzás során már évtizedekkel ezelőtt tapasztaltak repedéseket elsősorban hegesztett, vagy nagyvastagságú acélszerkezeteknél, és igyekeztek kideríteni a jelenség hátterét. Az anomáliára erősen rávilágított a 2006-os, németországi labdarúgó világbajnokságot megelőző káresemény, amikor a kaiserslauterni stadion építésénél, a tűzihorganyzott acél tartószerkezetben repedéseket találtak. Ezután – német precizitással – több kutatóintézet összefogásával igyekeztek tisztázni a repedések okait, illetve megelőzésük, kizárásuk eszközeit.

### A feszültségkorróziós repedés kialakulása tűzihorganyzásnál

A szakemberek ezt a károsodás típust a korróziós jelenségek csoportjánál tárgyalják. Ennek oka, hogy az olvadt fémek egy része kémiai reakcióba lépnek az alapfémmel, az így okozott korrózió meghatározó szerepet játszik a repedések kialakulásában és továbbterjedésében.



15. ábra: A repedés kialakulását befolyásoló tényezők

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai és a legfrissebb kutatások alapján ma már egyöntetű a szakemberek véleménye, hogy négy tényező negatív hatása külön-külön is okozhatja a káros jelenséget, de együttes fellépésük jelentősen megnöveli a kockázatokat, sőt egymás hatását még erősíthetik is (15. ábra). A kutatások eredményeit matematikai alapokra helyezték és olyan javaslatokat tettek, melyek figyelembe vétele mellett a repedések kockázatát nagybiztonsággal ki lehet zárni. Ezeknek az ajánlásoknak a gyűjteménye a DAST-Richtlinie:2009 irányelvek, melyet a Német Acélepítészeti Bizottság (Deutscher Ausschuss für Stahlbau) adott ki.

Az ajánlások a tervezők, gyártók és tűzihorganyzók számára olyan előírásokat fogalmaznak meg, melyek betartásával kellő biztonsággal elkerülhető a LME

kialakulása.

**Az irányelv az alábbi területekre tér ki részletesen:**

- Tartószerkezetek tervezése.
- Szempontok a tűzihorganyzásra kerülő acélszerkezetek alapanyagai gyártásához.
- Szerkezeti kialakítás és gyártás szempontjai.
- Tűzihorganyzás előtti előkészítő műveletek.
- A horganyolvadék és a bemerítés folyamata.



- Tűzhorganyzás utáni vizsgálatok.

Megjegyezzük, hogy a tervezők, gyártók és tűzhorganyzók számára végeredményben egyszerűen betartható követelményekről van szó. A követelmények célja, hogy figyelembevételük esetén, a lehető legnagyobb biztonsággal meg lehessen akadályozni a fémolvadékban kialakuló repedéseket. Az irányelv a DIN 18800, vagy DIN EN 1993 és DIN 18800-7 vagy DIN EN 1090-2 szerint méretezett és gyártott teherhordó acélszerkezetekre vonatkozik. A kötelezően alkalmazandó előírás kizárólag tömör szelvényű hengerelt, vagy hegesztett szelvényekből előállított tartószerkezeti elemekre vonatkozik, melyek önálló tartóként vagy rácsos acélszerkezetek részeként kerülhetnek felhasználásra. A fenti dokumentumon kívül számos más szakkönyv, szakmai cikk is foglalkozik az ezzel a jelenséggel.

#### *A repedés kialakulásának feltételezett folyamata a tűzhorganyzás során*

Amikor az acél a horganyolvadékkal érintkezik, a fémek (Zn és Fe, illetve az olvadékban levő ötvözők) kémiai reakcióba lépnek egymással. A folyamatot már a tűzhorganyzó kádak anyagául szolgáló acélok károsodása kapcsán évtizedekkel ezelőtt is vizsgálták. Tehát a fémolvadék által okozott feszültségkorróziós repedés jelenség régóta ismert (LME: Liquid Metal induced Embrittlement, LMAC: Liquid Metal assisted Cracking, Flüssigmatalinduzierte Spannungsrisskorrosion). Oka az acélban meglévő belső feszültség és a szerkezeti anyagot körülvevő környezet (esetünkben a horganyolvadék) kölcsönhatása közötti bonyolult mechanizmusban keresendő. A folyamat viszonylag gyorsan haladhat előre, *U. Hasselmann* szerint [1] az alábbi lépésekkel játszódik le:

- A horganyolvadékba történő bemerítéskor „támadó” fématomok adszorpcióval megkötődnek a vasfelületen, majd abba bediffundálnak, abszorbeálódnak (beoldódnak).
- Az így beoldódott fématomok a „megtámadott” fém (acél) kristályhatárain tovább diffundálnak.

A repedések kiindulópontjai lehetnek sarkokon kialakult mikro-repedések, megmunkálási karcok, stb. A kialakuló repedés előrehaladását a támadó fématomok transzportmechanizmusának sebessége határozza meg. Növekvő anyagszerkezeti feszültség és növekvő acélhőmérséklet mellett, mindkét folyamat gyorsul. A támadó fém olvadáspontja feletti hőmérsékleten a repedést kitöltő kapilláris



**16. ábra:** Repedések terjedése az acélban a kristályhatárokon (sematikus ábra)

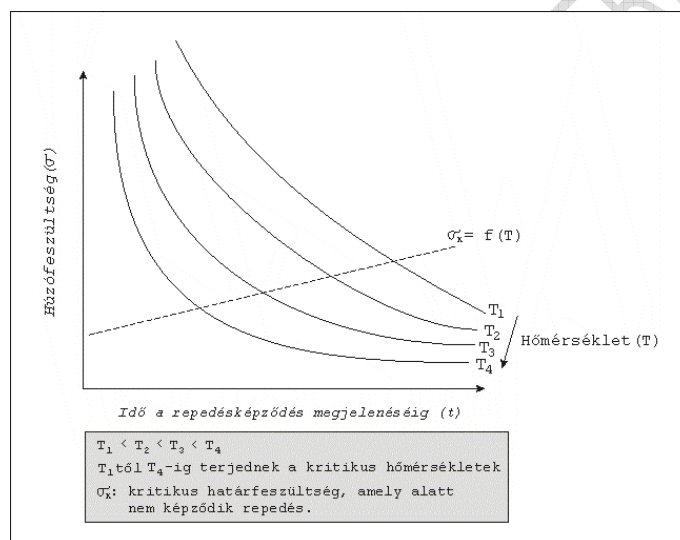
haladhatja meg az olvadék fő tömegében levőt [2], így a lokálisan kialakuló (a repedés csúcsában

folyadék (fémolvadék) a repedés csúcsa mögött halad előre, ami időben gyorsan is lejátszódhat. Feltételezhető, hogy a korróziót okozó (támadó) fématomoknak megfelelő sajátenergiával (hőmérséklet) kell rendelkezniük ahhoz, hogy az acél kristályhatárain tovább tudjanak diffundálni. A támadó fématomok az előrehaladó repedés csúcsában koncentrálnak, értékük akár többszöröse is lehet, mint az olvadék tömegére jellemző tömegarányuk. Az ónnal (Sn), ólommal (Pb) és bizmutterrel (Bi) ötvözött horganyolvadékoknál a repedés csúcsában az említett koncentráció 10-20-szorosan

levő) olvadék tulajdonságai jelentősen eltérnek az olvadékétól. A repedés minden esetben interkristallin jellegű, azaz a kristályhatáron mentén halad előre (16. ábra).

A legújabb szakirodalmi információk szerint, a kristályhatárok közötti repedésben egy olyan eutektikum jön létre, amelynek olvadáspontja lényegesen alacsonyabb, mint bármelyik alkotó fémé, amelyek az eutektikumot alkotják. Így ennek az olvadéknak a viszkozitása csekély és nagy mozgásképességgel rendelkezik. Emiatt a LME kialakulásának veszélye a horganyolvadékból történő kiemelést követően továbbra fennáll, mert a horganyzási folyamat utáni lehűlési fázisban is egy ideig még aktív marad a repedés csúcса, azaz tovább haladhat a kristályhatár mentén. Ez a magyarázata annak, hogy röviddel a fémbevonás után is kialakulhatnak a repedések [2].

Ám kísérletekkel igazolták, hogy bizonyos kritikus húzófeszültség értékek alatt nem képződnek az említett feszültségkorróziós repedések. Mint tudjuk a hegesztési folyamatoknál kisebb-nagyobb hegesztési húzófeszültségek keletkeznek, kritikus nagyságuk hiba ok lehet. Egy korábbi kutatásnál kiderült, hogy ennek a kritikus feszültségnek ( $\sigma_K$ ) az értéke erősen függ az acél hőmérsékletétől [2]. Az összefüggés következő sematikus ábránkon látható (17. ábra).



**17. ábra:** A feszültség és a hőmérséklet hatása a fémolvadék okozta feszültségkorrózióra (LME)

U. Hasselmann szerint [1]

Az ábra jól mutatja, hogy az acélszerkezet anyagában ébredő húzófeszültségek és az acél hőmérséklete miként befolyásolják a feszültségkorróziós repedés kialakulása szempontjából kritikus húzófeszültség ( $\sigma_K$ ) nagyságát. Az acél hőmérsékletének növekedésével egyre kisebb feszültségintenzitén lép fel a kritikus érték, és egyre rövidebb idő kell a repedés megjelenéséig. De az is látszik, hogy bizonyos húzófeszültség és/vagy hőmérséklet értékek alatt egyáltalán nem kell számolni LME megjelenésével. A szakirodalmak abban megegyeznek, hogy a szerkezeti acélok növekvő keménységével és szilárdságával együtt növekszik az adott acélnek a folyékony fém okozta feszültségkorróziós hajlama. Egy friss kutatás szerint (*Pargeter*) 275 N/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság alatt az acéloknak csekélyebb, viszont 450 N/mm<sup>2</sup> felett jóval erősebb hajlama [2].

Ha egy átfogó korróziós modellt keresünk, akkor azt mondhatjuk, hogy a belső feszültségekkel terhelt acélt a horganyzás alatt egy korróziós közeg (maga a horganyolvadék) veszi körül és a fémfürdőt alkotó fémek egy része az acél szemcsehatárain korróziós jelenségeket idéz elő. Tehát a korróziót

nem az anyagban levő húzófeszültség okozza, hanem azt elősegíti, tehát minél nagyobb a mértéke, annál nagyobb kockázatot jelent. A két jelenség egymást erősítve teljesebben ki.

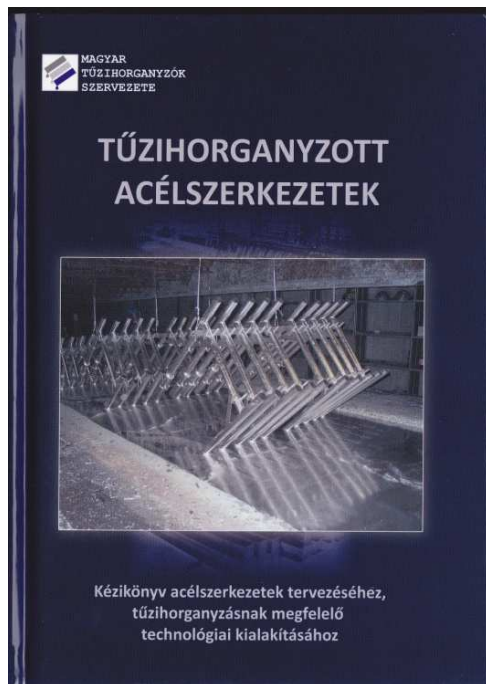
Számos kísérletet elvégeztek annak érdekében, hogy meghatározzák azokat a tervezésre és gyártásra vonatkozó a peremfeltételeket, melyek ismeretében biztonsággal el lehet kerülni a horganyoldadék hatására kialakuló feszültségkorróziós repedéseket. Ugyanakkor a horganybevonatok vastagságának csökkentése, esztétikai tulajdonságaik javítása érdekében mégis többféle horganyötvetőt lehet és kell alkalmazni. Amennyiben az érintett ötvözők mennyiségét megfelelően korlátozzák, egyéb előnyös tulajdonságaik (pl. rétegvastagság csökkentő) még érvényesülnek, ugyanakkor káros hatásuk szinte teljesen eliminálható. Így az acélszerkezet szilárdságára nézve nem jelentenek semmiféle kockázatot. A fent bemutatott mechanizmusok valós létezését és eredményeit már évtizedek kutatási eredményei bizonyítják [3]. Nem minden folyékony fém lép fel agresszíven a horganyzásra kerülő acélokkal szemben, de a kritikus fémek koncentrációját szabályozni kell, melynek értékeit a DASt-Richtlinie 022:2009 tartalmazza.

a-á

**Felhasznált irodalom:**

- [1] Hasselmann, U.; Flüssigmetall induzierte Rissbildung bei der Feuerverzinkung hochfester HV-Schrauben großer Abmessungen infolge termisch bedingter Zugeigenspannungen, Shaker Verlag, Werkstofftechnik, Darmstadt, 1997
- [2] Schulz, W.-D.; Thiele, M.; Feuerverzinken von Stückgut, Die Schichtbildung in Theorie und Praxis, E.G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2008
- [3] W. Katzung, W.- D. - Schulz: Beitrag zum Feuerverzinken von Stahlkonstruktionen – Ursachen und Lösungsvorschläge zum Problem der Rißbildung, Bericht Nr. 152 Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V., Düsseldorf, 2005

## Kézikönyv acélszerkezetek tervezéséhez és gyártásához



A Magyar Tűzihorganyzók Szervezete – TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK címmel - 2013. decemberében jelentette meg legújabb kiadványát, mely korlátozott számban még 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 térítésmentesen megrendelhető a Magyar Tűzihorganyzók Szervezeténél ([www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)), és valamennyi tagvállalatánál.

## A helyes tervezés és gyártás alapvetően meghatározza a tűzihorganyzott termék felhasználhatóságát

Az átlapolással elkészített acélszerkezeti kapcsolatok egyszerű, de korróziós szempontból nem mindig jó megoldást jelentenek. Jellemző, hogy szakaszos varratokat alkalmaznak, vagy néhány esetben a hegesztés minősége nem felel meg a szakmai követelményeknek. Ezek miatt komoly problémák is keletkezhetnek.



*Az rálapolás alatt az acélfelületet nem lehet lepácolni, emiatt salakfelpadások keletkezhetnek.*



*A szakaszos hegesztési varratok (rálapolásnál) korróziós göccokat is jelentenek.*



*A nem megfelelő hegesztés miatt, a rálapolt felület alá jutott nedvesség gőzzé válva szétfeszítette a felületet.*



*A gőz által szétrobbantott felület, a termék sérülésével is járt. Az utólagos javítás többletköltségekkel jár.*

## A tőzsdei horganyár alakulása 2014.02.- 2014.07. hónapokban

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

