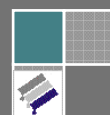


2017.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Hazánkban a tűzihorganyzott betonacélok, vagy horganybevonatos acélszerkezetek betonba ágyazása alkalmoszerű, ritkaság számba menő műszaki megoldás. Annak ellenére is, hogy a világ számos pontján, főleg a nálunk gazdaságilag jóval fejlettebb, gazdagabb országokban, bizony rohamosan tör előre. Horganybevonatok betonban történő alkalmazása műszakilag teljesen megoldott azzal a megjegyzéssel, hogy szigorúbb előírások vannak mind a betonacél minőségére, alakítására és tűzihorganyzására, illetve külön követelmények léteznek a betonok minőségére is. Ám mindez azt teszi lehetővé, hogy ugyan drágább lesz az egységnyi vasbeton szerkezet, de az objektum kiváló hosszú távú korrózióállósága miatt jelentősen csökken a felújítási ciklusok száma, azaz gazdaságosabbá válik a létesítmény fenntartása. Egyúttal karcsúbb szerkezetek alkalmazását teszi lehetővé. Kifejezetten ajánlott kloriddal szennyezett környezeti hatásoknál (pl. tengerpartokon, autópálya hidaknál, parkolóházak esetében).

„Örök” témának tűnik a festés és tűzihorganyzás közötti eltérések, korróziós ellenállásuk és bekerülési költségeik elemzése. Cikkünkben valós példákkal igyekszünk bemutatni a két eljárás és bevonatok közötti különbségeket. Világosan látható, hogy az esetek legnagyobb részében célszerűbb és gazdaságosabb a tűzihorganyzást választani.

Terjedőben vannak olyan vékony horganybevonattal ellátott könnyű acélszerkezetek, melyek élettartama messze nem éri el a darabáru tűzihorganyzással (EN ISO 1461) védett termékekét. A tervezőknek fontos lenne odafigyelni, hogy milyen típusú horganyzást és milyen vastag védőréteget írnak elő, mert ezzel jelentősen tudják befolyásolni az adott szerkezet korróziós élettartamát és költségeit.

A cink ún. katódos védőhatásának jelentős szerepe van műszaki életben. Ez az autóiparon át a földalatti csővezetékekig sok-sok felhasználási területet jelent. Tűzihorganyzott acélszerkezetek esetében, a bevonat néhány mm-es sérülése esetén kitűnően védi a vasat a korróziótól és nincs semmiféle alározsdásodás, mint a festékbevonatok esetében.

A fentiekkel kapcsolatos érdekességekben bővelkedő lapszámot tanulmányozhatnak olvasóink.

2017. március 29.

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

Tűzhorganyzott betonacélok alkalmazása

A világban kb. 100 éve ismert a tűzhorganyzott betonacélok felhasználása. A hazai gyakorlatban alkalmazása csak nagyon szűk körű, melynek okai elsősorban a szakmai idegenkedésben, a nem megfelelő ismertségében, illetve költségtényezőikben keresendők. Hazánktól nyugatabbra fekvő országokban, így például Németországban, Olaszországban nagyobb mennyiségében használják. A világban főleg az USA-ban terjedt el, de Kanadában, de világszerte (Dél-Afrika, Ausztrália) szélesebb körben építik be. Használatának ésszerű oka van, ugyanis alkalmazásával karcsúbb vasbeton szerkezetek tervezhetők, az acélbetétek korrózióállósága megnő. Végeredményben tartósabb lesz a vasbeton szerkezet, mintha hagyományos, bevonat nélküli acélbetétet alkalmaznának. Azon esetekben előnyös az alkalmazása, ahol *intenzív korróziós hatások* (klorid-szennyeződés) *várhatók*, illetve az adott építményt *hosszú távra tervezik*, így fontos, hogy *alacsonyak* legyenek a *karbantartási költségek*. Horganybevonatos acélbetétek felhasználásából származó előnyöket a következőkben mutatjuk be.

Hagyományos és tűzhorganyzott acélbetétek viselkedése betonban

Bevonat nélküli betonacélok felhasználásánál – optimális körülmények között – az acélbetét felülete a betonmátrix pórusvizének magas pH-értéke (12,5-13) következtében passzíválódik, a betonhoz való tapadása kiváló marad. Amennyiben ez az állapot tartósan fennáll, a betonacél védelméhez semmiféle óvintézkedés nem szükséges.

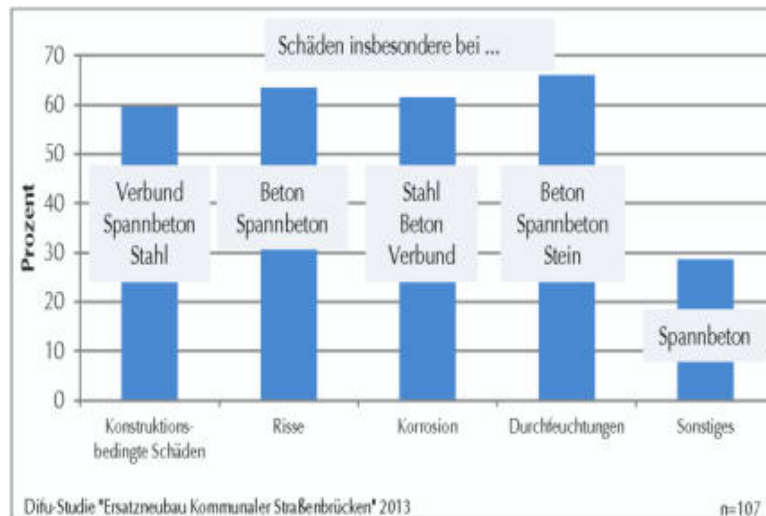
Mivel a beton anyaga pórusos, sőt repedések is keletkezhetnek rajta, melyeken keresztül a korróziós ágensek bejutnak a mátrixba, annak kémiai tulajdonságait megváltoztathatják, sőt elérhetik az acélbetétet is. Ezek miatt a beton pórusvizének pH-értéke jelentősen lecsökkenhet (pH<10,5), a beton karbonátosodik, megszűnik az acélbetét védettsége, elveszti passzivitását, korróziója megindul. A keletkező vasrozsda térfogat növekedése (kb.3x) miatt radiális irányú feszítőerők keletkeznek, melyek az acélbetét környezetében lefedezhetik a betonfedést (1-2. képek). Ez a folyamat végső soron a vasbeton szerkezet tönkremeneteléhez is vezethet.



1-2. kép: Acélbetétek korróziós tönkremenetele

Néhány évvel ezelőtt Németországban elvégzett vizsgálatok szerint, az ország közúti hídjainak állapota következtében nagyszámú hídberuházásra lesz szükség a következő 12-15 évben. A

hídvizsgálatok azt mutatták, hogy a vasbeton szerkezetű hidaknál a korróziós hatások miatt jelentős káresetek következtek be (3. kép).



A korróziós károkat előidéző okok elsősorban az utak téli sózása, illetve a hiányos, vagy teljesen elmaradt hídkarbantartások voltak. Ebből a rövid példából is jól látszik, hogy az erősebb korrózióknak, elsősorban klorid-szennyeződésnek kitett helyeken (pl. autópályák vasbeton szerkezeiteinél, vagy tengerparti létesítményeknél), mekkora jelentősége van az acélbetétek védelmének.

3. kép: Hídszerkezetek káreseteinek okai [1]

Tűzihorganyzott kivitelű acélbetéteknél a korróziós folyamatok a következőképpen alakulnak. A friss betonba kerülő horgany felületén - kezdeti gyorsabb korróziót követően és következtében - olyan nagyon nehezen oldódó bázikus cink-kloridok alakulnak ki, amelyek jól védik az alatta levő horganyréteget a korrózióval szemben. Azaz korróziós szempontból a betonacél hosszú időn át úgy viselkedik, mintha horganyból volna. A beton esetleg növekvő klorid tartalma mellett ugyan a cink korróziójának sebessége is növekszik, de így is többszörösen lassabb lesz, mint a csupasz betonacélé, így jelentősen meghosszabbítja a betonszerkezet élettartamát. Ezt nemcsak betonacélok esetében, hanem a betonnal együttműködő tartóelemeknél is ki lehet használni (4-5. képek).

Követelmények és szabványok

Tűzihorganyzott betonacélok (4. kép) előállításához a bevonó üzemnek a szokásosnál szigorúbb előírásokat kell betartani. Ez vonatkozik a betonacél felület előkészítésére és tűzihorganyzására és ellenőrzésére egyaránt. A már említett Németországban egy külön előírást dolgoztak ki (DiBt-Zulassung Z-1.4-165), melynek az adott horganyzó üzemnek meg kell felelni, illetve a jogosultságát időszakonként meg kell újítani. A tűzihorganyzáshoz engedélyezett acélminőségeket a DIN 488-1:2009-8, DIN 488-2:2009-8 és DIN 488-4:2009-8 tartalmazza.



4-5. kép: Tűzihorganyzott betonacélok és betonozáshoz kialakított, horganyzott

A használatos cementfészeségek és a tervezésre, méretezésre vonatkozó előírásokat is tartalmazza. Ezen kívül több európai országban is saját, nemzeti előírások léteznek, az első „uniós” előírást 2006-ban adták ki (EN 10348- Steel for the reinforcement of concrete — Galvanized reinforcing steel), ennek átdolgozása folyamatban van.

Véleményünk szerint itt lenne az ideje, hogy a hazai tervezési gyakorlatban minél előbb meghonosodna a tűzihorganyzott betonacélok alkalmazása, ugyanis országunkban is vannak autópályák és egyéb, intenzívebb korróziós hatásnak kitett területek (C4-C5), ahol meg kellene fontolni alkalmazásukat.

[1] Feuerverzinkte Stahl- und Verbundbrücken, Institut Feuerverzinken GmbH, 2015, Düsseldorf

a-á

A tűzihorganyzás és festés költségeinek összehasonlítása

Célunk, hogy a korrózióvédelem területén tapasztalható anomáliákat megvilágítsuk, és válaszokat adjunk a felmerülő kérdésekre. Szeretnénk, hogy amikor a szakemberek egy szerkezet korrózióvédelmi bevonatáról döntenek, tisztán lássák a különbségeket az egyes bevonati rendszerek között, és gazdaságilag megalapozott döntést tudjanak hozni. Igyekszünk bemutatni a darabáru tűzihorganyzással készített bevonat és a festékbevonat, valamint a különböző technológiával készített horganybevonatok közötti különbségeket.

Döntésük meghozatalánál fontos szempont a bekerülési/beruházási költség. Nem szabad azonban csak ez alapján döntést hozni. De mint látni fogjuk, a darabáru tűzihorganyzás legtöbb esetben már e szempont alapján is az egyik legjobb választás, ha azonban figyelembe vesszük, hogy élettartama a festékbevonatokénál lényegesen hosszabb, akkor a mérleg nyelve a legtöbb esetben egyértelműen a horganybevonat felé billen.

A bevonatok élettartama

Egy bevonat élettartama (legyen az akár festék vagy horganyréteg) függ a környezeti hatásoktól. Esetünkben a légköri korróziót vizsgáljuk, ahol a levegő különböző alkotó és szennyező anyagokat tartalmaz (nedvesség, SO₂, Cl⁻, stb.), melyek a bevonatot megtámadják. Szabadtéri szerkezeteknél egyéb hatások is felléphetnek, úgymint az UV sugárzás, a levegőben előforduló részecskék koptatóhatása, tengerpartok erősen korrozív klorid-só permet befolyása. Ezeket csoportosították és az ISO 9223:2012 szabványban a C1-C5 és CX korróziós környezeti kategóriákat határozták meg. A leggyakoribb légköri korróziós kategóriák a C2-C4. Megjegyzés: C5-ös vagy ennél agresszívabb környezet esetén megfontolandó a már horganyzott + festett szerkezetek alkalmazása a fellépő szinergiahatás miatt.

A tervezők, mérnökök feladata megállapítani, hogy az adott objektum üzemeltetési körülményei leginkább melyik korróziós kategóriának felel meg. Ebben segítségükre lehetnek szabványok, irányelvek, korróziós térképek, tapasztalatok. A beruházónak meg kell határoznia az építmény tervezett üzemeltetési idejét. Ezen adatok alapján történhet meg a korrózióvédelmi bevonat kiválasztása, tervezése.

Festékbevonatok

Festékbevonatoknál a gyártók az adott korróziós környezeti kategóriákhoz különböző élettartamú bevonatrendszeret ajánlanak. Egy közepes korróziós környezeti hatás (C3) és 15 éves élettartam esetén egy lehetséges bevonatrendszer elemei a Sa2¹/₂ felület előkészítés, az epoxy alapozás 120 µm vastagságban, majd PUR fedőréteg felhordása 80 µm vastagságban. Az élettartam növelésére több lehetőség adódik. Változtathatjuk a festék anyagát, illetve növelhetjük a felhordott rétegvastagságot vagy a rétegszámot, és természetesen fordítva is igaz, ha rövidebb élettartamú bevonatot kívánunk létrehozni.

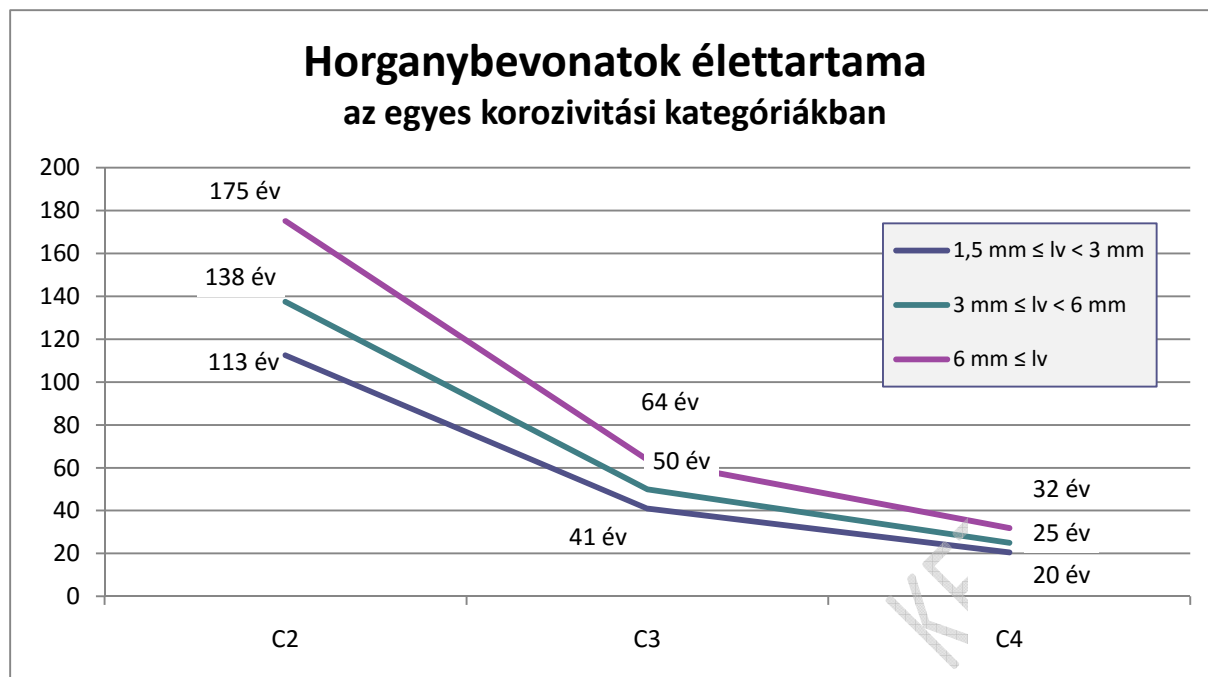
Tűzihorgany bevonatok (EN ISO 1461)

Általában az MSZ EN ISO 1461:2010 szabványban meghatározott rétegvastagságokat kell figyelembe venni, melynek szokásos mértéke tartószerkezetek esetében 70 µm (3-6 mm falvastagság) illetve 85 µm (6 mm-nél nagyobb falvastagság). Ezt jó közelítéssel vehetjük állandónak. A horganybevonat élettartamát így az adott környezetre jellemző korróziós kopási sebesség határozza meg. Az MSZ EN ISO 9224: 2012 szabvány táblázatai megadják az egyes fémek korróziójának maximális irányadó értékeit a különböző korróziós kategóriákra. Horgany esetében ez az alábbiak szerint alakul (1. táblázat).

Maximális kopása (µm/év)	Korrozivitási kategória	Kitéti idő (kivonat az ISO 9224 szabvány, A.2 táblázatából)					
		1 év	2 év	5 év	10 év	15 év	20 év
Horgany	C1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1
	C2	0,7	1,2	2,6	4,5	6,3	8
	C3	2,1	3,7	7,8	13,6	19	24
	C4	4,2	7,4	15,5	27,3	38	48
	C5	8,4	14,3	31,1	54,6	75,9	95,9
	CX	25	44	93	162	226	286

1. táblázat: A cink hosszú távú korróziós fogyása (ISO 9224:2012)

A bevonatvastagság és a bevonat kopási sebesség ismeretében, a tűzihorgany bevonat élettartama számolható. Könnyen felismerhető ezekből, hogy a vastagabb bevonat élettartama azonos korróziós környezeti hatások esetén hosszabb. A számított adatokat grafikonokon ábrázolva az 1. ábra foglalja össze.



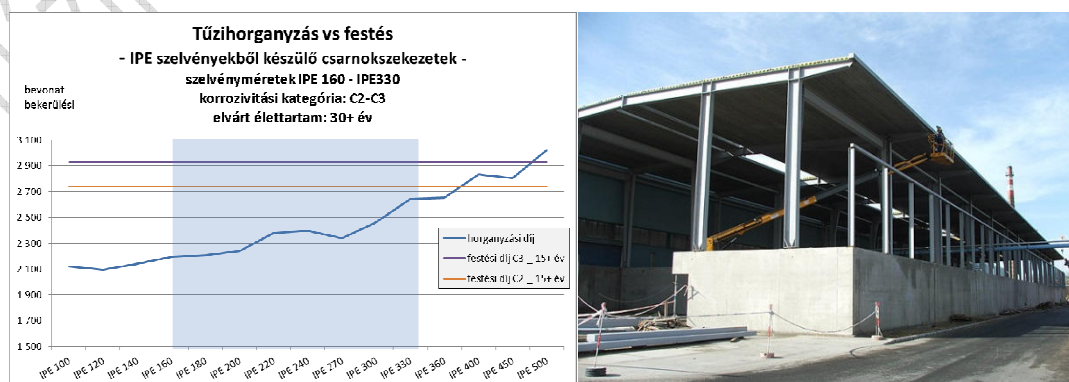
1. ábra: Horganyrétegek vastagság (μm)- élettartam (év) összefüggései

Megjegyezzük, hogy az ábra szerinti élettartamok csupán a bevonatok „helyi minimális” rétegvastagságával és a 10 esztendő alatti átlagos fogyás maximális értékeivel lettek számolva. A valóságban legtöbbször ezeknél jóval kedvezőbb értékek adódnak.

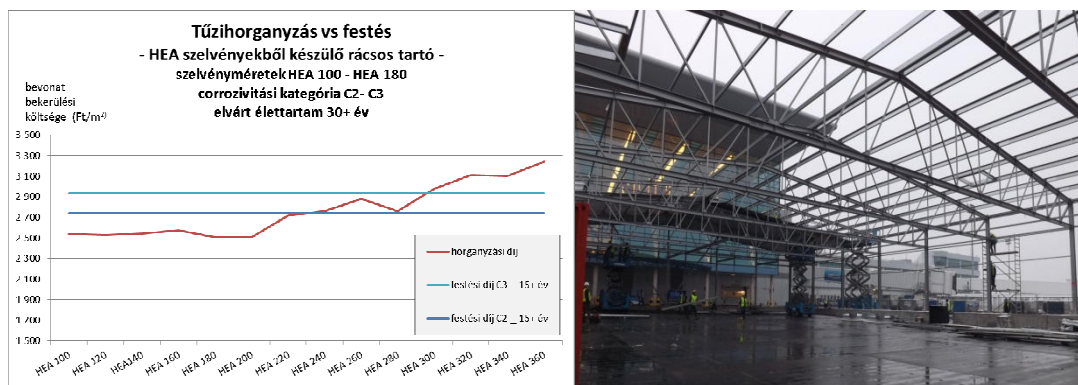
A bevonatok bekerülési költségei (első védelem)

Megismertük a bevonatok jellemzőit, a lehetőségeket a bevonatok kialakítására, azok védelmi mechanizmusát. A továbbiakban nézzük meg azok gazdaságosságát, bekerülési költségeiket. Milyen költségekkel kell kalkulálni kivitelezéskor, és milyen élettartamokat biztosítanak az egyes bevonatok az adott felhasználási körülmények között. Megállapításaink gyakorlati esetekkel történő bemutatása érdekében az alábbi típuspéldákat vizsgáltuk meg (2016. évi adatok):

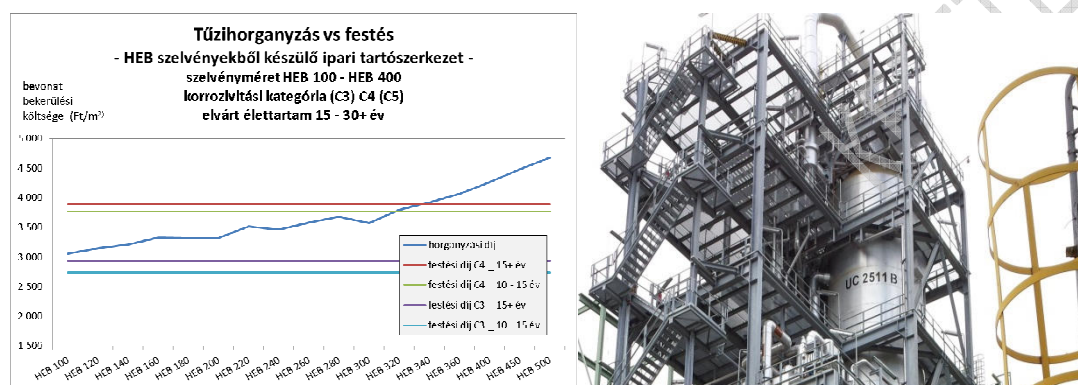
- IPE szelvényekből készülő, rúdszerű elemekből álló csarnokszerkezetek (2. ábra).
- HEA (HEB) szelvényekből készülő, rácsos tartókból álló csarnokszerkezetek (3. ábra).
- HEB szelvényekből készülő technológiai tartószerkezetek (4. ábra).



2. ábra: IPE-szelvények korrózió elleni védelmének összehasonlítása (festés vs. tűzhorganyzás)



3. ábra: HEA-szelvények korrózió elleni védelmének összehasonlítása (festés vs. tűzhorganyzás)



4. ábra: HEB-szelvények korrózió elleni védelmének összehasonlítása (festés vs. tűzhorganyzás)

A fenti példák alapján általános következtetésként elmondható, hogy a horganyzás a bemutatott termékcsoportoknál versenyképes a festéssel ár tekintetében. A festék bevonatrendszer csak akkor olcsóbb, ha a szerkezetünk tervezett élettartama nagyon rövid (ilyen lehet egy ideiglenes szerkezet, vagy egy olyan technológiai tartószerkezet, ahol a gyors technológiai fejlődés/váltás következtében a felépített rendszert előre tervezett időszakonként teljesen újraépítik) vagy a korróziós hatás kicsi. Ebben az esetben azonban még mindig racionális döntés lehet a tűzhorganyzás. *Ismételten megjegyezzük, hogy a most ismertetett adatok csak az első védelemre vonatkoznak, még nem számoltunk a hosszú távon szükséges festési felújítások költségeivel.*

Darabárúként tűzhorganyzott, és tűzhorganyzott szalagból gyártott szerkezetek élettartamának összehasonlítása

Az elmúlt években egyre többször találkozni olyan kültéri acélszerkezetekkel, melyek felületén ugyan horganybevonat van, de mégis viszonylag rövid idő alatt megjelennek felületeiken a korróziós nyomok. Szakemberként legtöbbször szabad szemmel is megállapítható, hogy ezek a bevonatok nem darabáru tűzhorganyzással készültek, hanem a lemezorganyzás technológiájával. Mivel mindkét horganybevonat meghatározóan cinkből (horganyból) áll, ezért korróziós fogásuk a gyakorlatban nem különbözik egymástól. A korrózióállósági különbségük nem a bevonatok összetételéből és minőségéből következik, hanem eltérő vastagságukból. Mint korábban bemutattuk, a fémbevonatok korróziós élettartama hosszú távon jó közelítéssel, egyenes arányban áll vastagságukkal, ezért egy kétszer vastagabb horganybevonat kétszer hosszabb ideig védi az acélszerkezet anyagát.

Tűzi-mártó eljárással, azaz **darabáru tűzihorganyzással** képzett horganybevonatok átlagos vastagsága 50-150 μm közé esik. Ennek mértéke elsősorban az acélszerkezet anyagi minőségétől, illetve falvastagságától függ. Ez az előző részben kellő alapossgal bemutatásra került.

A „másik” technológia a szalag horganyzás. Ebben az esetben a tekercsből lefejtésre kerülő 0,2 mm – 6,0 mm vastag szalagot különböző előkezeléseket követően horganykádba vezetik, ahol a 4 – 83 μm (50 – 1200 g/m^2) vastag bevonat kialakul. Az MSZ EN 10346:2015 szabvány foglalkozik e termékekre vonatkozó előírásokkal.

Sajnos a horganybevonat védelmi mechanizmusával, a bevonat kopási sebességével, ez ebből számolható élettartammal sem a hazai acélszerkezet gyártók, sem a beruházók és megrendelők nagy része nincs tisztában, ezért egyre gyakrabban találkozhatunk korróziós problémákkal. Az itt bemutatásra kerülő példák jellemzően az utak mentén telepítésre került acél műtárgyaknál fordultak elő (6-7. képek).



6. kép: Táblatartó cső erősen korrodálódó hosszvarrattal



7. kép: Vékonybevonatos cső hegesztésének korróziója táblatartó szerkezetnél

Az olcsóság jegyében olyan alapanyagok kerülnek kiválasztásra és beépítésre melyek $\approx 10 \mu\text{m}$ bevonatvastagsága révén (8. kép) meg sem közelítik a darabáru tűzihorganyzással horganyzott szerkezetek rétegvastagságát, így élettartamát (9. kép).



8. kép: Rétegvastagság 10 mikrométer



9. kép: Rétegvastagság 67 mikrométer

Amennyiben a lemezorganyzás alapanyagvastagság-tartományában (szerkezeti elemeket feltételezve 2-6 mm) a darabáru tűzihorganyzás esetében szokásos, 55-70 μm vastag horganyréteget veszünk figyelembe, akkor egy C3 (közepes) korróziós osztályban 45-58 év élettartammal lehet számolni. Sok esetben C3 kategóriát meghaladóan, helyileg (akár egy szerkezeten belül is) C4 igénybevételek is felléphetnek. Ebben az esetben egy 55-70 μm -es horganyréteg, hosszú távú igénybevételnél, átlagosan 2,4 $\mu\text{m}/\text{év}$ fogyás mellett, 23-29 éves felújítási ciklust mutat.

Tűzihorganyzott lemezből hajlított különféle nyitott-, és zártszelvényeknél a gyakorlatban elterjedt a 12-23 μm vastag védőréteg, de ennél sokszor lényegesen kevesebb is sokszor előfordul (8-10 μm). A C3 (közepes) korróziós hatásoknál egy 16 μm vastag bevonat a példa szerint csak 14 évig, míg C4 (erős) hatásoknál csupán 7 évig áll ellen a környezeti hatásoknak. Nagyon fontos a korróziós hatások minél pontosabb felmérése. A talajfelszín közelében az adott körülményre általánosan meghatározott korróziós hatásonál sokkal intenzívebb igénybevételt, és ezzel együtt sokkal rövidebb élettartamot tapasztalhatunk (10-11. kép).



10-11. kép: Vékonybevonatos és porszórással védett cső korróziója talaj közelében

A fenti példákkal nem azt akarjuk bizonyítani, hogy a horganyzott szalagból készült csövekből és szelvényekből összeállított szerkezeteknek nincs létjogosultságuk. Vannak korróziós kategóriák C1 (esetleg C2) ahol a kicsi kopási rátának köszönhetően elegendően hosszú élettartamokat kaphatunk még a relatíve vékony (15-20 μm) bevonatok esetén is. Ha azonban a korróziós besorolás estén magasabb kategóriák jelennek meg, mindenféleképpen szükséges a bevonat vastagságának növelése, ami természetesen már drágítja a horganyzott szalagból készült szerkezetek árát. Ha még mindezekhez, figyelembe vesszük a megmunkálás okozta bevonati sérüléseket és azok nem mindig szakszerű javításából származó bizonytalanságokat, már nem is olyan vonzó alternatíva az ilyen szerkezetek alkalmazása

Konklúzió

Összehasonlítottuk a darabáru tűzihorganyzással kialakított bevonatot két másik bevonat típussal, a festékbevonatokkal és a szalaghorganyzás technológiájával készített rétegekkel. A festékbevonatokkal történt összehasonlítás során láthattuk, hogy a darabáru tűzihorganyzással képzett bevonat a legtöbb esetben gazdaságosabb alternatívát jelent a festett bevonatnál. Itt most nem térünk ki a szerkezetek karbantartási költségeire, de könnyen belátható, hogy a

festékbevonatok tönkremenetelét követően a szerkezet korrózióvédelmi bevonatát javítani kell, mely további jelentős többletköltségeket ró a tulajdonosra. Hosszú távra tervezőknek nincs más alternatíva..., vagy a darabáru tűzihorganyzást választják.

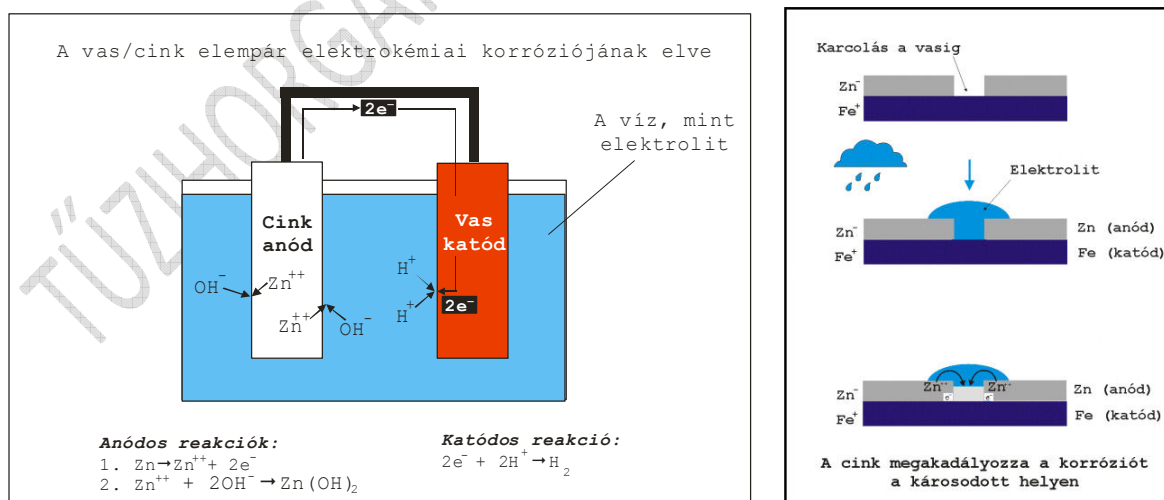
Cikkünk második részében rávilágítottunk arra, hogy a horganybevonatok között is lehet hatalmas különbség. A megismert szabványok alapján kalkulálható a bevonatok élettartama, és megállapítottuk, hogy az olcsó, vékony 10-20 μm bevonattal rendelkező elemek kültéri felhasználása igen korlátozott, rövid idő alatt megindulhat a rozsdásodás.

A darabáru tűzihorganyzással (EN ISO 1461) ellátott termékek hosszú, karbantartásmentes élettartamot biztosítanak.

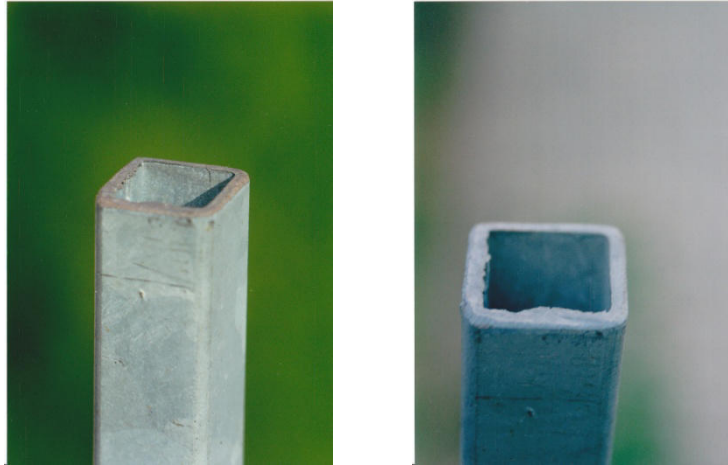
b-t

A cink katódos védőhatása

Acélszerkezetek szállításakor, tárolásakor és szerelésekor nagy jelentősége van a bevonat mechanikai ellenállóképességének. A védőréteg mechanikai tulajdonságai ugyan kiválóak, de mégis előfordulnak kisebb sérülések. Ilyenkor korlátozott sérülés szélességig védelmet nyújt a cink katódos védőhatása. A Zn (-763 mV) és Fe (-440 mV) a fémek elektrokémiai potenciál sorában elfoglalt helyük miatt kedvező helyzetet teremt, amennyiben a horganyréteget olyan sérülés éri, hogy az a bevonatot károsítva az alapfémig hatol. Ilyenkor szokásos esetben – csapadék, légnedvesség jelenlétében - a cink fog korrodálódni és korróziós termékei eltömítik a kisebb sérüléseket, ezáltal megvédi az acélt a korróziótól (12-13. kép). Az elektrokémiai korrózió a legjellemzőbb korróziófajta, mellyel szinte mindenhol találkozunk. A Fe/Zn korróziós elempárnál – normál alkalmazási körülmények között - a cink(Zn) lesz az anód (oldódó fém), mely Zn-ionok keletkezésével korrodálódik, míg a vason (katódon) más, a vasat nem károsító katódos folyamatok játszódnak le. Ez mindaddig folyik, ameddig a cink jelen van a sérülés környezetében (14-15. kép).



12-13. kép: A cink katódos védőhatásának elvi magyarázata



13-14. kép: Tűzhorganyzott acélszelvény vágási felülete 1 és 10 év elteltével

A cink atmoszférikus hatásoknál kitűnően működik a védelem, de alkalmas víz alatti igénybevételeknél is. Itt azonban nagyon lényeges a víz kémiai összetétele, illetve a vízhőmérséklet. A cink katódos a víz jellemzőitől függően, általában kb. 50-60 °C hőmérsékletig biztosítja a katódos védelmet. E felett megfordulhat a polaritás és a vas lesz az áldozati anód (a korrodálódó fém), a cink az éppen maradék fém, a katód. Hőcserélők, magasabb hőmérsékleten működő szerkezetek, tartályok esetén, a vízzel érintkező felületeken nem ajánlott horganybevonat alkalmazása, mert a bevonat leválásához és a vas gyors korrodálásához vezethet. Ennek az az oka, hogy magasabb hőmérsékleten más lesz a cinkfelületen képződő oxid vezetőképessége, szerkezete, elektrokémiai tulajdonságai, mely polaritásváltáshoz vezet.

A horganybevonat katódos védelmének jelentőségét azonban túlbecsülni sem szabad. A gyakorlati életben 2-3 mm-nél nagyobb „hatótávolsággal” nem lehet számolni. A katódos védelem erősen függ a rést körülvevő korróziós közeg jellemzőitől is. Egy-egy sérülés hossza helyett, annak szélessége a döntő a korrózió lefolyása szempontjából. Amennyiben a sérülés környezetében a horganyfelület passzíválódik, védőhatása ennek megfelelően csekélyebb lesz, vagy meg is szűnhet.

a-á

A horgany kiváló korróziós tulajdonságokkal rendelkezik, sőt katódos védőhatását sok területen ki is tudjuk használni

Tűzhorganyzott betonacélok alkalmazása elsősorban ott ajánlott, ahol hosszú, karbantartásmentes élettartam, kisebb betonfedés szükséges, illetve erősebb korróziós hatások várhatók. A cink katódos védőhatását az ipar számos területén használja. A cink a fémbevonat még 2-3 mm széles sérülése esetén is katódos védelmet nyújt.



Vágott felület katódos védelme 1, 10 és 15 év elteltével.



Nagyátmérőjű tűzhorganyzott betonacélok (rúdacélok) bevonást követő tisztítás közben.



Korrodálódott, festett felületek ciklikusan felújításra szorulnak.



Betonba kerülő tűzhorganyzott betonacél kapcsolóelemek.

A tőzsdei horganyár alakulása 2016.09. - 2017.02. hónapokban

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

