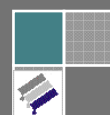


2018.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Az elmúlt 40-50 esztendőben – köszönet az egyre szigorúbb európai környezetvédelmi politikának – jelentős mértékben, kb. 40-50%-kal csökkent a fémek korrózióját okozó környezeti hatások, elsősorban a savas esők miatti átlagos korróziós veszteség, így cinkvesztés mértéke is. A múlt század 80-as éveinek végétől jól mérhetően kisebb a horganybevonat fogyása, ennek megfelelően arányosan nőtt egy adott vastagságú védőréteg élettartama. Természetesen az egyes országokon belüli tényleges hatások erősen függenek a lokális tényezőktől, így a például a tengerpartok mellett, vagy a nagyvárosok forgalmas közlekedési csomópontjaiban, erősen iparosodott zónákban nagyobb a károsodás mértéke, mint egy zöldövezeti lakóparkban, vagy egy erdő közepén.

Az acélszerkezeti (darabáru) tűzihorganyzás egy lassan háromszáz éve felfedezett technológia, mely napjainkban is virágzik, jelentős előnyöket biztosítva sok más technológiával, így a festéssel szemben is. Különböző méretű, alakú és tömegű acélszerkezetek bevonása nem nélkülözheti a horganyozó sorokon dolgozó szakemberek szaktudását, rögtönzőképességét és tehetségét. Emiatt a technológia alkalmazása során a jövőben sem lehet eltekinteni az egyre szűkösebbé váló képzett emberi munkaerőtől, ami jelentős szervezési feladatot ró az üzemek vezetőire. Történik ez annak ellenére is, hogy a digitális technológia, az automatizálás már nagy lépésekkel terjed minden technológiai területen.

2014 óta szabványosítottan engedélyezett Németországban a kis és közepes feszítésváltsági közúti hidaknál a tűzihorganyzott kivitelű szerkezetek, mint főtartók használata. Az azt megelőző években elvégzett stabilitási (fáradási) és korróziós vizsgálatok bizonyították, hogy a hidak tervezésénél figyelembe vett minimális módosításokkal és a horganyzási technológia helyes megválasztásával alkalmas megoldás az eljárás. A német előírások – a közúti és vasúti hidak esetében – az ilyen szerkezetekre százesztendőös karbantartásmentes védelmet írnak elő, melyet tűzihorganyzással könnyen lehet teljesíteni.

Ezekkel a témákkal zárjuk le a 2018-as esztendőt, mely sok szempontból izgalmas és érdekes volt.

Olvasóinknak ezúton is sikereikben gazdag Újesztendőt kívánunk!

2018. december 22.

Magyar Tűzihorganyozók 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 Tűzihorganyozók Szervezete írásos engedélyével történhet.

A cink korróziós fogyása Európában

A darabáru tűzihorganyzással (MSZ EN ISO 1461) kialakított horganybevonatok élettartama két lényeges tényezőtől függ. Az első a védőréteg vastagsága, míg a második tényező a környezeti hatások agresszivitása. Zárójelben jegyezzük meg, hogy a bevonat anyagának tisztasága ugyancsak meghatározó jellemző, ám a fenti szabvány olyan szigorúan szabályozza a horganyolvadék összetételét, hogy a gyakorlatban mérhetően ez nem befolyásolja a korrózióállóságot.

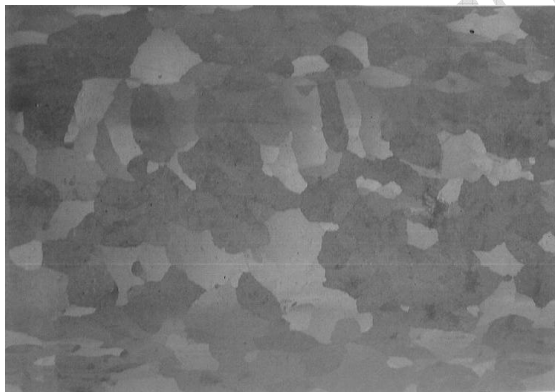
Szakfolyóiratunk előző számában (22. lapszám) részletesen foglalkoztunk a várható védőréteg vastagságokkal, jelen írásunkban megpróbálunk bemutatni a valóságban tapasztalt környezeti hatásokat, illetve a cink (horgany) ezeknél tapasztalt korróziós veszteségeit. Célunk, hogy a magyar tervezőknek segítséget nyújtsunk a bevonat tervezéséhez.

Korróziós környezetek és horganyveszteségek Európa néhány országában

Mint tudjuk, egy adott horganybevonat korróziós élettartama – hosszú távon (> 10 év) - egyenesen arányosnak tekinthető a réteg vastagságával. Ez azt jelenti, hogy azonos körülmények között egy kétszer olyan vastagságú fémréteg négyszer annyi ideig védi az acélszerkezetet, mint egy fele vastagságú, azaz egy 200 µm vastag bevonat négyszer tovább tart, mint egy 50 µm vastag.

A horgany korróziós rátáinak megállapítása

A horgany kitűnő korróziós ellenállása a felületén képződő cinkpatinának (cink-oxidok + bázisos cink karbonát) köszönhető (1. kép). Kialakulásának sebessége függ a környezeti hatásoktól (néhány naptól-több hónap). Létrejötté bonyolult elektrokémiai és fizikai folyamatok eredménye, ezért laboratóriumi körülmények között nem modellezhető, így a gyorsított korróziós (klímakamrás) vizsgálatok erre nem alkalmasak, mert nem a valóságos, nem a természetes folyamatot imitálják.



1. kép: Cinkpatinával borított horganybevonat

Egyetlen hiteles módszer létezik a horgany korróziósebesség mérésére, a „kitéti”, azaz valóságos környezetben elvégzett vizsgálatok (2. kép). Ezek a folyamatos és, nagy pontosságot igénylő módszerek költségesek, ezért nem minden országban folytatnak ilyeneket. Ahol viszont folynak ilyen vizsgálatok, ott korróziós térképeken rögzítik a kapott eredményeket. Ezek az információk a legtöbb esetben nyilvánosak, így nagy segítséget nyújtanak a

horgany, vagy horganybevonatok alkalmazásával foglalkozó szakembereknek. Következőkben néhány

európai országban regisztrált korróziós veszteségeket mutatunk be.

Korróziós klímák és veszteségek Európában

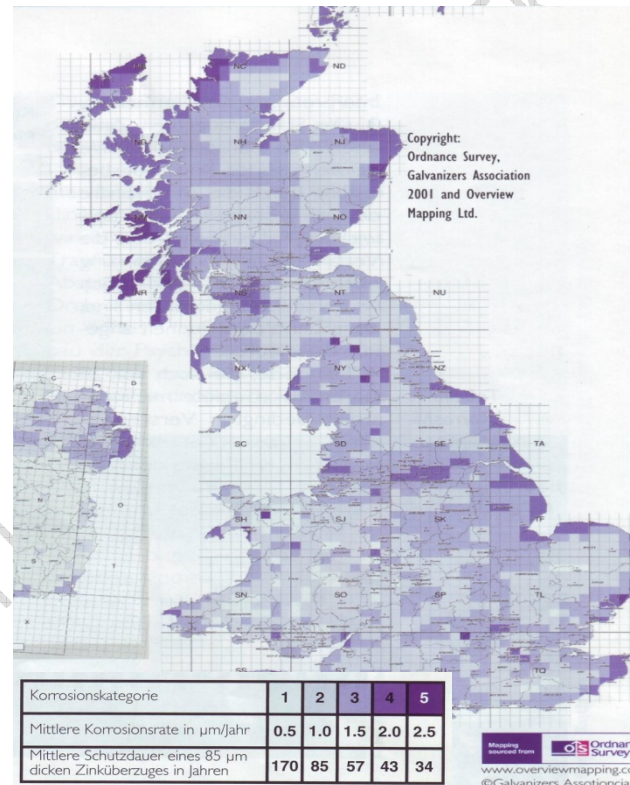
Előzetesen felhívjuk a figyelmet arra, hogy az egyes környezeti klímák (kültér és beltér) definícióit az MSZ EN ISO 9223 szabvány tartalmazza (megjegyezzük, hogy a festett acélszerkezeteknél használatos az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat megfelelő fejezetében is megtalálható). Az MSZ EN ISO 14713-1 szabvány pedig kifejezetten a horganyra vonatkozóan, az előbbieknél részletesebben tárgyalja a korróziós környezeteket és definíciókat. Ezekben a szabványokban található meg a cink rövidtávú (1 éves) korróziós veszteségeit mutató táblázat. A legfontosabb ipari fémek várható hosszú távú

korróziós fogyását (10 év feletti) az MSZ EN ISO 9224 szabvány mellékletei mutatják, tehát tervezésnél mindenképpen ezt ajánljuk figyelembe venni. A cink hosszú távú átlagos korróziós fogyása jóval kisebb értéket mutat, mint a rövidtávon mért, melynek oka a cinkpatina teljes kiépülése és védőhatása.

Az átlagos korróziós veszteségek a múlt század végére az iparilag fejlett európai országokban jelentős mértékben, felére-harmadára csökkentek, ma az átlagos korróziós veszteség Európában $1 \mu\text{m}/\text{év}$ alatt van. Természetesen egy-egy országon belül a helyi klimatikus viszonyok (pl. ipar övezetek, tengerpart, stb.) nagymértékben befolyásolják a tényleges veszteségeket és egymástól nem messze fekvő vidékenként akár 100%-os eltérések is lehetnek (2. és 3. képek).



2. kép: A cink korróziós veszteségei Németországban (Forrás: www.feuerverzinken.com)



3. kép: A cink korróziós veszteségei Nagy-Britanniában (Forrás: www.hdg.org.uk)

A 2. és 3. képen látható korróziós térképekhez hasonlók több országban (pl. Lengyelország, Benelux-államok) is készültek, jelentősen megkönnyítve a tervezők és felhasználók dolgát.

Milyen környezeti hatásokkal számoljunk hazánkban?

Sajnos hazánkban eddig nem volt arra anyagi lehetőség, hogy az előzőekhez hasonló korróziós térképet állítsanak össze a szakemberek, de mindenképpen nagy szükség lenne rá. Amennyiben belföldön kerül használatra az acélszerkezet, a magyar tervező az alábbi lehetőségek közül választhat.

- Több éves helyszíni tapasztalatok alapján becsüli meg a várható környezeti igénybevételeket.
- Figyelembe veszi a más országokban tapasztalt értékeket (korróziós térképek).

- Tekintettel van a szabványokban (MSZ EN ISO 9223, MSZ EN ISO 14713-1) foglalt, az egyes környezetekre vonatkozó definíciókra és azokat figyelembe veszi.

A fent említett környezeti hatások makro-hatások, melyeket még a helyi, ún. mikrokörnyezeti igénybevételek akár jelentősen is módosíthatnak. Ilyenek például a folyamatos nedvesség lecsapódás (pl. folyók feletti acélszerkezet), szennyezőanyagok jelenléte, erős porlerakódás, agresszív kémiai hatások, stb. Ezek összegződnek és együttes hatásuk eredményezik a valóságban fellépő korróziós igénybevételeket.

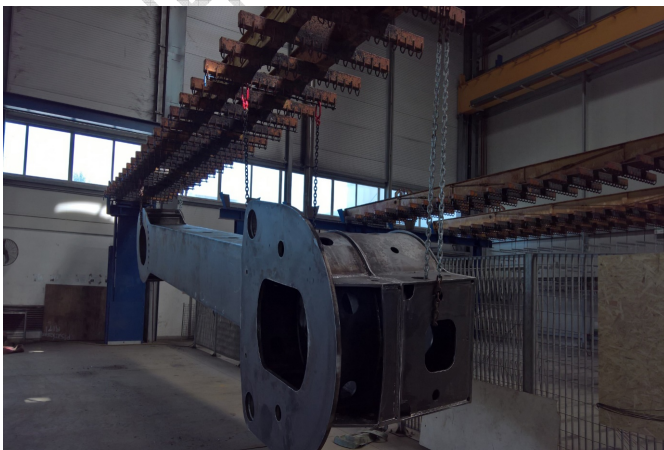
a-á

Az acélszerkezeti tűzihorganyzás – ahol még az embereken múlik a termékminőség

A XIX. század végétől és a XX. század elejétől, a már jól ismert és a kornak megfelelően fejlett horganyzási technológiák, a termék jellegétől fogva specializálódtak, különváltak. Sorban megjelennek a folyamatosan horganyozható és automatizálható, lényegében kevés élő munkaerőt igénylő bevonási módok. A cső, huzal, lemez bevonás elválnak az élő (emberi kézi) munkát igénylő alakos termékek, darabáruk horganyzásától és a technológiák egymástól részben függetlenül fejlődnek. A darabáruknál (késztermékeknél) alkalmazott nedves eljárás mellé, az egyre növekvő méretek és terméktömeg miatt kifejlesztik a száraztechnológiás darabáru tűzihorganyzást. Napjainkban a nedves technológiával működő bevonás visszaszorult, lényegében megszűnt, az apró tömegcikk jellegű termékek védőbevonatát, félautomata centrifugás módszerrel alakítják ki.

A mai korban egyre fejlettebb technikák betörték a száraztechnológiás tűzihorganyzás területeire is. A horganyzó kád fűtése földgázzal, teljesen automatikus vezérléssel történik. A kiszolgáló technológiák, előkezelő kádak szárítókemence fűtése, automatikusan vezérelt, felügyeletet nem igényel. A horganyzásra szánt termékek anyagmozgatása a technológián belül, a legmodernebb üzemekben, előre megírt programok alapján, automata rendszerű daruk végzik.

Mindezek ellenére a legfontosabb műveleteknél, nem lehet mellőzni az élőmunkát, magát az embert, a jól képzett tűzihorganyzó szakembereket. A bevonás technológiára jellemző előkészítést igényel,



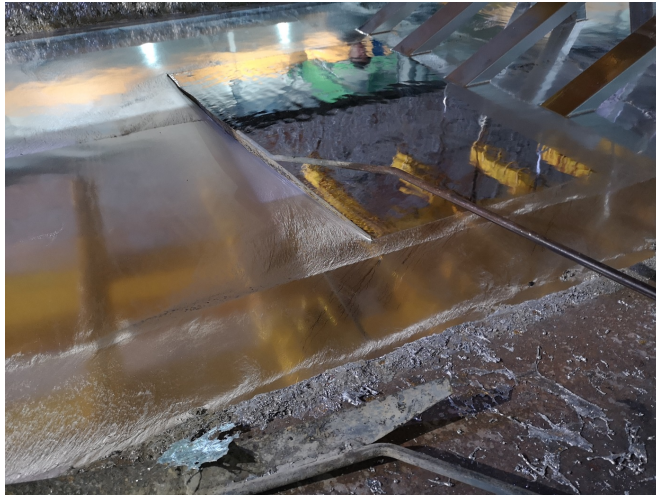
4. kép: Nagyméretű, jelentős tömegű termék felfüggesztése láncsal

amit számos cikkben részleteztünk. A technológiai nyílások megléte, elhelyezése és mérete, a felületi szennyezettség mértéke, emberi beavatkozást és vizsgálatot igényel. A horganyzásra kerülő termék darukkal történő mozgatásához, a célra kifejlesztett tartóra, készülékre helyezik. Az felrakás előtt vizsgálják a legmegfelelőbb horganyzási helyzetet, és ehhez a helyzethez a nyílások meglétét, a felkötés módját, ami lehet huzal, lánc,

függesztő eszköz, speciális készülék a terméktől függően (4. kép).

A legfontosabb vizsgálatok mellett kitérnek, a termék statikai szilárdságára, a hegesztési varratok minőségére, a kádméret figyelembevételével - a termék méretére. Jó térlátással kell rendelkeznie, a felkötést végző szakembereknek a feladat elvégzéséhez, mert a horganyzás ütemideje, az üzem termelékenysége gyors, egyúttal pontos döntéseket igényel.

A horganyzás folyamata a legkényesebb művelet, ennek rendelünk alá mindent, hiszen ezen állhat, vagy bukhat a termék minősége (a minőség szempontjából az alapanyagra, a termék tervezésére és kivitelezésére jelen esetben, nem térünk ki). A horganyfürdőbe történő merítést vezető horganyzó



5. kép: Tükröhúzás a termékek előtt

darus, éveken keresztül tanított, komoly tapasztalattal rendelkező szakember, aki elsajátítja az egymástól eltérő termékek merítési és kiemelési technikáját. Ezt a tevékenységet nem lehet automatizálni, annyira egyedi és speciális acélszerkezet függő művelet, hogy nincs rá mód. A bemerítést vezető segítségére kádkezelők (úgynevezett lehúzó segédek) állnak készen, akik a munkadarabok kimozzgatását, a fürdő salaktalanítását végzik. A horganyfürdő felületén, speciális eszközzel, hamu lehúzó lapáttal, folyamatosan „tükröt” húznak. A horganyfürdőből kiemelkedő termékeknek,

ezen a tükrön keresztül kell elhagynia a fémolvadékot (5. kép). A munkához tapasztalat, fizikai alkalmasság és nem utolsósorban képesség, esztétikai és szépérzék szükséges, ami nem minden ember sajátja.

A készterméket, utómunkálatoknak kell alávetni, ami a szabvány szerint, a horganycsúcsok, hamumaradványok eltávolítását és a bevonat hiányok javítását jelenti. A művelet, betanított munka, emberi kézzel kell elvégezni, a segédeszközök: reszelő, drótkefe, festék, ecset. A gépesítésre kevés lehetőség van, általában csiszológépet használnak a nagyobb felvastagodások, gyors eltávolítására. A betanított munkafolyamatot szakszerűen elvégző ember, értékes az üzemek számára, ezt azok a megrendelők tudják a legjobban, akik nem kérik az utómunkálatokat a horganyzótól, hanem maguk végzik el.

Mint láthatjuk a darabáru tűzihorganyzás, jelentős élőmunka igényű iparág. A fejlesztések nagyban segítik a termelékenységet, de magát az embert, nem tudjuk nélkülözni.

n-m

Tűzhorganyzott acélszerkezetű közúti hidak létesítése Németországban

Németországban 2014 óta általános lehetőség a tűzhorganyzott acélszerkezetek főtartóként történő használata kis-és közepes fesztávolságú hidaknál. A közlekedési járművek okozta dinamikus, fárasztó igénybevételek miatti terhelés okozta igénybevétel és a tűzhorganyzás hőhatása okozta esetleges kockázat eddig nem volt tudományos alapossággal tisztázott. A világban, Európában és Németországban is már hosszú évtizedekkel ezelőtt is építettek tűzhorganyzott hidakat, melyek bevonatai azóta is kitűnően helytállnak. A német Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) vezetésével megvalósult P385 jelű projekt célja volt, hogy a tűzhorganyzott tartószerkezetek alkalmazását, a technológia hatását, korróziós képességeit tudományos megalapozottsággal vizsgálják meg és tegyenek ajánlásokat az alkalmazásra. Ennek háttérében az állt, hogy 2030-ig Németországban több mint 10 000 közúti és vasúti hidat fognak kicserélni, vagy felújítani, mert a korábban telepített, elsősorban vasbeton szerkezetű hidak állapota kritikussá vált, válik. A tűzhorganyzott kivitelű hídszerkezetek esetében állami követelmény volt, hogy az acélok felületvédelemnek legalább 100 éves karbantartásmentes élettartamot kell biztosítani. A projekt során kidolgozták és kísérletekkel igazolták a tűzhorganyzás alkalmasságát, melyre vonatkozó feltételeket tudományos igényű dolgozatban, és mérnöki segédletben (Feuerverzinkte Stahl- und Verbundbrücken, Institut Feuerverzinken GmbH., 2014) foglalták össze. A helyszíni hegesztésekre (nagyon hosszú acéltartók) is egy hatásos javítási technológiát dolgoztak ki. Az első, ennek megfelelően készített acélszerkezetes hidat 2014-ben kezdték építeni az A44-es autópályán, melyet 2016-ban adtak át (6-7. képek).



6-7. kép: A tervezett és egy megvalósuló hídszerkezet (2016) (www.feuverzinken.com)

Az most épített tűzhorganyzott hídszerkezetet már több ilyen megoldás is követte. A hidak főtartóinak acélszerkezetei alapanyagául tudatosan kiválasztott acélminőséggel garantálni lehetett az előírt legalább 250 μm horganyréteg vastagságot, amely még C4 (erős) korróziós igénybevétel esetén is biztosítja legalább 100 éves, karbantartásmentes védelmet. Ilyen acélminőség az MSZ EN 10025 szabvány szerinti (7.4.3) $0,14 \leq \text{Si} (\%) \leq 0,35$ és $\text{P} \leq 0,035\%$ acélösszetétel, melyet a gyártók (nagykereskedők) könnyedén tudnak biztosítani, mivel tömegacélról van szó. A fenti minimális horganybevonat vastagság ott szükséges, ahol intenzív sózásnak van kitéve az acélszerkezet. Egyéb helyeken (C3) egy 200 μm legkisebb bevonatvastagság is kielégíti a fenti követelményeket.

a-á

Egy horganybevonat élettartama összefüggésben van a réteg vastagságával, épségével és a környezet hatásaival

A horgany egy reakcióképes fém, mely kitűnő védőhatását annak köszönheti, hogy felületén egy nagyon vékony és tömör oxidréteg, ún. cinkpatina alakul ki. A darabáru tűzihorganyzás egyike azoknak az egyre fogyó technológiáknak, melyeknél a kézzel végzett szakmunka nélkülözhetetlen marad a következő évtizedekben is.



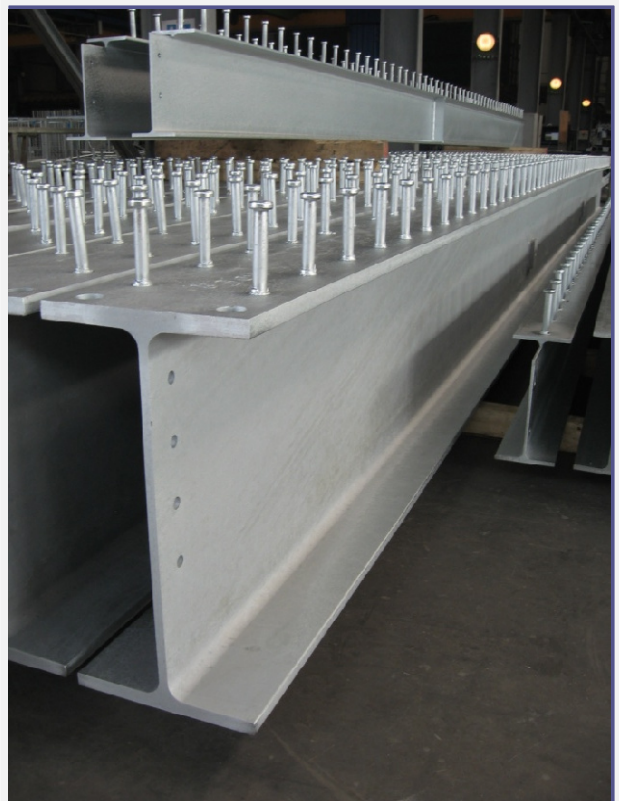
A túl vékony (galvanizált) horganybevonatok idő előtt lepusztulnak.



A szakszerűen elvégzett kézi munka nélkülözhetetlen a darabáru (MSZ EN ISO 1461) tűzihorganyzásnál.



A horganybevonatok kiváló ellenálló képességét a felületükön kialakuló tömör oxid (cinkpatina) adja.



Frissen tűzihorganyzott hídszerkezeti elemek elszállításra várnak.

A tőzsdei horganyár alakulása 2018.06. - 2018.11. hónapokban

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

