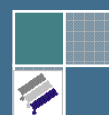


2023.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Az európai és így a magyar gazdaságban kialakult bizonytalanság, a nyilvánvaló kockázatok jelentősen befolyásolják a beruházók jövőre vonatkozó döntéseit. Ugyan a horgany, és az energiák ára egyelőre stabilizálódott, de ez könnyen lehet, hogy csak egy ideiglenes állapot lesz. Ilyen körülmények között is meg kell hozni a gazdaság szereplőinek azokat a döntéseket, melyek biztosítják a pozitív fejlődést úgy, hogy közben egyre erősebb figyelemmel lesznek a környezetvédelmi követelményekre.

A tűzihorganyzott acélszerkezetek kítűnően illeszkednek abba a követelményrendszerbe, hogy a minket körülvevő tárgyak vagy újra hasznosíthatók, vagy – és főleg erre kellene koncentrálni – újrafelhasználhatók legyenek. A technológia egy tartós, legtöbbször sok évtizedes, gondozásmentes védelmet biztosít, ami jelentősen csökkenti a hosszabb távú fenntartási költségeket. Ugyanakkor egy tűzihorganyzott acél teljes egészében újra hasznosítható, de funkcióváltás esetén akár újrafelhasználható is lehet. Jó példa lehet erre egy korábban felállított, horganybevonatos épület új funkcióval történő betöltése érdekében történő kibővítése, vagy akár szétszerelését követően más helyen történő ismételt felépítése. Ugyanis a horganybevonat fizikai ellenálló képessége kítűnő, tárolásnak és szerelésnek jól ellenáll, a horganyréteg pedig még évtizedek elteltével is legtöbbször elegendően vastag marad. Ezzel jelentős beruházási összeget lehet megtakarítani.

Ez évi első lapszámunkban a tűzihorganyzott acélszerkezetek felhasználóit érintő olyan jelenségekkel foglalkozunk, melyek befolyásolják az acélsanyagok, vagy a hegesztőanyagok kiválasztását. Ezek a döntések érintik az adott acélszerkezet gyártási költségeit, de az esztétikai megjelenést is.

Lapunk tanulmányozását ajánljuk egyaránt a tervezőknek, gyártóknak, tűzihorganyzott acélszerkezetek felhasználóinak.

2023. március 30.

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 károkat 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 Szövetsége írásos engedélyével történhet.

A szerkesztőség tagjai: Nagy Miklós, Imre Miklós, Antal Árpád, Kopasz László, Paulik Antal

Címlapfotó: Egységes horganybevonat az alapanyagon és a hegesztési varratokon is

A rozsdabarna elszíneződés nem tűzihorganyzási hiba

Évtizedekkel korábban tűzihorganyzott acélszerkezetek felületén ritkán elő szokott fordulni az a jelenség, amikor a horganyréteg hosszú évek alatt lassan vörösbarna színűvé válik (1-2. kép). Ennek láttán, ha egy szakember veszi a megfelelő horganyréteg vastagságmérő készüléket és megméri a bevonat vastagságát, legtöbbször megállapítja, hogy a vason bizony még jelentős vastagságú horganybevonat van. Ez a jelenség nem közismert, általában *nem jelent semmiféle veszélyt*, az acélszerkezet felülete további hosszú évtizedeken át biztonságban van.



1-2. kép: A bevonat rozsdabarna elszíneződése nem tűzihorganyzási hiba

A fotók jól mutatják be a jelenség jellemző megjelenési képeit. A folyamat első éveiben halvány világosbarna lesz a felület (2. kép), majd 10-15 év elmúltával sötétebb barna színt nyerhet. Az elszíneződés kialakulásának okai ismertek.

Mi áll a háttérben?

A képeken láthatókhöz hasonló jelenségek ritkán tapasztalhatók. A sokáig szürke bevonatból barnás színűre történő átváltozás egy hosszú időtartamot felölelő korróziós jelenség következménye. Tapasztalatból tudjuk, hogy az „érett” cink (horgany) korróziós termékei fehéres-szürkék, szürkék, míg a vas légköri korróziójának termékei – a korrózió időtartamától és egyéb hatásoktól függően – világosbarna, barna, sötétbarna színűek.

A jelenség kialakulásában a vas korróziójának van szerepe. A fémek standard potenciál sorában (a fémek kémiai meghatározott korróziós hajlamát mutató sorban) egymáshoz viszonyítva a vashoz képest a cink a kevésbé nemes fém. Éppen ezt a tulajdonságát használjuk fel a horganybevonatoknál. Amennyiben a cink és a vas egymással fémesen érintkezik, általános esetben a cink lesz a korrodálódó fém, a vas épen marad. A jelenség katódos védőhatás néven ismert. Akkor, ha egy horganyréteg egyaránt tartalmaz cinket és vasat is (ötvözetük), a légkör hatására létrejövő elektrokémiai korrózióknál először a cink fog korrodálódni. Ennek következtében a vas atomok a bevonaton feldúsulnak és végül azt a vas korróziótermékei barnás színűre változtatják. Fenti képeinken ezt látjuk különböző mértékben. Ha a horganyréteg felszíne már eredetileg (horganyzás után) is sok vasat tartalmazott, akkor, bizonyos körülmények között előbb megjelenhet az elváltozás.

A rozsdabarna elszíneződés nem keverendő össze az ún. idegen rozsva jelenségével, melyről lapunk egy másik írásában teszünk említést.

Amikor egy acélszerkezeten levő horganybevonat külső része nagyvastagságban tiszta cinket (horganyt) tartalmaz, ez a jelenség nem, vagy csak hosszú évtizedek elmúltával következhet be. Ennek időpontja attól is függ, hogy milyen vastag volt a horganybevonatot alkotó, legfelső tiszta cinkfázis. Amennyiben az acélszerkezeten eredetileg már egy magas vastartalmú védőréteg alakult ki (3-4. kép), akkor nagyobb az esély a fémréteg későbbi elszíneződésére. A képeken sötétszürke színűek a magas vastartalmú bevonatok. Minél sötétebb szürke, annál több vasat tartalmaz. A jelenség megjelenését befolyásolja a légköri korrózió intenzitása és szennyezői is, gyorsabb korrózió esetén korábbi időpontban jelentkezhet. Így ipari légkörben, vagy például autópályák mellett, forgalmas városi közlekedési csomópontokban inkább lehet rá számítani, mint tiszta levegőben.



3. kép: *Eltérő színű bevonatrészek*



4. kép: *Eltérő színű bevonatok egy autópálya portálon*

Van-e bármilyen teendő?

A szakembereknek általában nincs semmiféle teendőjük, amennyiben a megfelelő felülettisztítást követő bevonatvastagság mérésnél a berendezés legalább a felhasználati idővel arányos, kívánt horganyréteg vastagságot mutatja. Tényleg csak azokban az esetekben lehet, ha a bevonat már az végső elhasználódás fázisába került, azaz vastagsága minimálisra csökkent.

Meg lehet-e előzni a jelenséget?

A megelőzés legegyszerűbb módja, ha az acélszerkezetek gyártásához tűzhorganyzáshoz optimális acélminőségeket használnak (lásd: EN ISO 10025-2, 7.4.3. pont) fel. Ezzel nagymértékben lehet csökkenteni a jelenség kialakulásának kockázatát. További befolyásoló tényező, hogy az acélszerkezet felületén a nagy vastartalmú horganyrétegek képződésének valószínűsége megnő, amennyiben a zártszelvényes acélszerkezetekre túl kicsi méretű, vagy kevés horganyzástechnológiai nyílást helyeznek el (5-6. képek). Ennek következtében az éppen lehorganyzott termék anyaga jóval lassabban hűl ki, mint egy nyitottabb szelvényű acélszerkezeti elem horganyzását követően és így a termodiffúzió tovább tart, hosszabb ideig folyik az ötvöződés.



5-6. kép: Balra a túl kicsi, jobbra, a megfelelő technológiai nyílások

Az ugyancsak hosszú kihűlési idők miatt a nagy vastagságú acélszerkezetek (kb. $v > 20$ mm) felületén is nagy vastartalmú horganybevonatok képződhetnek, melyek kialakulásának esélyét csökkenteni lehet a tűzihorganyzáshoz ajánlott acélminőségek alkalmazásával és esetleg a szerkezet gyorsabb lehűtésével.

Összefoglalásként megjegyezzük, hogy a horganybevonat magas vastartalma miatt keletkező rozsdabarna elszíneződés nem hiba és nem jelent semmiféle kockázatot az acélszerkezet további védelme szempontjából.

a-á

Horganybevonat vastagságok alakulása lemunkált hegesztési varratokon

Az acélszerkezet gyártáshoz leginkább használt és tűzihorgany bevonattal ellátott szerkezeti acélok kémiai összetevőire, szilárdsági jellemzőire vonatkozó adatokat az EN ISO 10025-2:2019 szabvány tartalmazza. Felhasználás szempontjából legelterjedtebb általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél az S235JR minőség, amelynek karbon tartalma - a jobb hegeszthetőség érdekében – tapasztalataink szerint, legtöbbször 0,17% körül van. A fajlagos tömegcsökkentés, a nagyobb szilárdság érdekében, megemelt karbon és ötvöző tartalommal gyártott S275JR, S355JR jelű acélokat is alkalmaznak a gyártók.

A különféle acélszerkezetek gyártásához, döntő többségben különböző összetételű kevert védőgázt alkalmazó fogyóelektródás ívhegesztést használnak. Hagyományos bevonatos elektródával, vagy egyéb hegesztési technológiával készített varratokkal, tűzihorganyzásra beszállított acélszerkezeteknél egyre ritkábban találkozunk. A fogyóelektródás huzalokkal készített varratok mechanikai tulajdonságai, illeszkednek a gyártott acélszerkezet szilárdsági követelményeihez. Az előírások teljesítéséhez széles skálán mozgó kémiai összetételű huzalok állnak az acélszerkezetgyártók rendelkezésére. A kiválasztott huzal jellemző kémiai összetétele, egyes ötvözői, a karbon (C) szilícium (Si), mangán (Mn), kén (S) és foszfor (P), befolyásolják a kialakuló horganybevonat rétegvastagságát. A tűzihorganyzás szempontjából a szilícium tartalom a leginkább

mérvadó, a többi ötvöző a forgalomban lévő huzaloknál, nem haladja meg a horganyzás szempontjából kritikus értéket. Viszont a szilícium esetében 0,085-1,0 % közötti mennyiség, a hegesztési varrattal szemben támasztott követelmények kielégítése érdekében nagyon széles skálát mutat (7-8. képek). Mivel a szilícium igen hatásos dezoxidáló elem, ezért a hegesztési varrat mechanikai tulajdonságaira, jelentős hatással van. Ugyanakkor a változó ötvöző tartalom, eltérő horganyozhatósági zónákat „alakít ki”, ezért a hegesztési varratban megmaradó, 0,25% Si-tartalom feletti mennyiség, a bevonatképzés szempontjából meghaladja az optimálisnak mondható mértéket.



7-8. kép: A cső alapanyag és a hegesztési varrat kémiai összetétele közel áll egymáshoz (balra) és eltérő acélminőségek (jobbra)

A hegesztési varratok megmunkálása, köszörülése, függ a szerkezet jellegétől, a beépítés helyszínétől, a megrendelő által támasztott követelményektől. Nehéz, robusztus gépészeti és épület acélszerkezeteknél, csak elvétve alkalmazzák, itt kizárólag olyan helyeken végeznek varrat megmunkálást, ahol annak magassága, zavarhatja a szerelési síkokat.



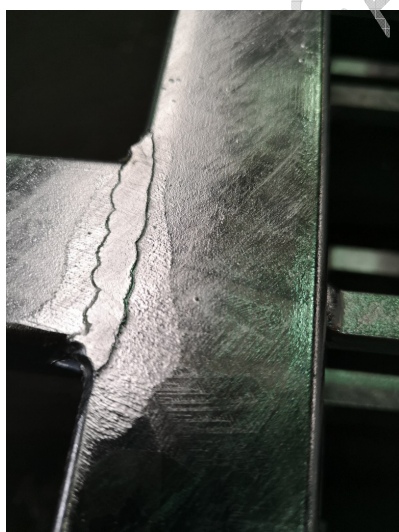
9-10. kép: Bevonatvastagság az alapanyagon (balra) és a hegesztési varraton

Varrat megmunkálások zömével könnyű szerkezeteknél, lemez, vagy lemezből gyártott profil szerkezetek, zártszelvények, csövek, kisebb keresztmetszetű szögacélok, hegesztési varratainál találkozhatunk. A lemunkálásoknak részben esztétikai okai is vannak, de kézzel érintkező felületek esetében - főként korlátszerkezeteknél - a sérülések elkerülését is szolgálják. Az általános rendeltetésű acélból gyártott könnyű acélszerkezeteket legtöbbször alacsony szilícium tartalmú huzalokkal hegeszthetik, ahol a horganybevonat vastagsága nem mutat jelentős eltérést az alapanyagon és a varraton.



11-12. kép: Gondosan lemunkált acélfelület bevonás előtt (balra) és utána (jobbra)

Azonban a hegesztési varratok megmunkálása, különböző mértékű köszörülése, lamellás koronggal a felület finom csiszolása, önmagában is növeli a kialakuló horgany rétegvastagságát. Ennek oka az érdesség, amelynek mértékétől függően növekszik a diffúziós folyamatokban részt vevő acél felülete. A megnövelt felület, nagyobb vasvesztéssel jár, értelemszerűen vastagabb horganybevonatok alakulnak ki, mint a megmunkálatlan „sima” felületeken. A hegesztő anyag kedvezőtlen szilícium tartalma esetén, a felgyorsult kémiai folyamatok tovább növelik a horganyfelvételt, sok esetben extrém vastag bevonatokat eredményeznek (9-10. kép), amely csiszolással tovább fokozódik, és gyakran előfordul, hogy az alapanyagon mért rétegvastagság ötszörösét mérhetjük a varratokon.



13-14. kép: Bevonatvastagság különbségek eltérő kémiai összetétel és felületi minőség miatt

Az esztétikai követelmények kielégítését célzó finom csiszolásoknál is, megmutatkozhatnak a varrat és alapanyag közötti különbségek. Még a leggondosabb megmunkálások után is, markánsan kirajzolódhatnak a hegesztési varratok, tapintással és szemmel jól érzékelhetőek lesznek a különbségek (11-12. kép). A tapasztalatok egyértelműen azt mutatják, hogy a tűzihorganyzás után, a hegesztési varratok többé-kevésbé láthatóak lesznek a vassfelületen. A lemunkálás, csiszolás magára az alapanyag rétegvastagságára is hatással van. A gondos síkba csiszolást követően a horganybevonat vastagság vizsgálata azt mutatja, hogy a megmunkálatlan alapanyag felületen és a megmunkált felületen jelentősebb különbségek mutatkoznak (13-14. kép). Ennek oka a csiszolás mellett, az acél felületén kialakult néhány mikron, hengerlés okozta finomszemcsés, szívós réteg, amelyet a megmunkálással eltávolítottunk. A diffúziós folyamat e réteg hiányában felgyorsul, növekszik a vasvesztés és vele együtt a horganyréteg vastagsága megnő. Viszont a hegesztési varratok, ezeken a helyeken is kirajzolódnak, jelzik az alapanyag és varrat közötti jelentős ötvöző anyag különbségeket.

Gyakorlati tapasztalatokból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a bevonatképződés sajátosságai miatt, még a leggondosabban lemunkált hegesztési varratok is jól láthatóak lesznek az acélalapon.

n-m

Az „idegen” rozsdá okai, elkerülése

A tűzihorganyzott szerkezetek horganyzóban történő átadását követően, főleg azonban használatba vételük után időszakonként felmerül az „idegen” rozsdá fogalmának a problémája. Ezzel, a sokak által első ránézésre horganyzási hibának vélt jelenséggel a megrendelők, tulajdonosok általában a tűzihorganyzó üzemeket keresik meg.



15-16. kép: Apróbb „idegen” rozsdá megjelenése a horganyzott termékeken

A helyszíni kivizsgálás során a minőségügyért felelős szakember hamar felismeri, hogy nem horganybevonat problémáról, hanem egyéb korróziós hibáról van szó. A jelenség kialakulásban

kizárólag külső tényezők játszanak szerepet, melyek a horganybevonaton elváltozást okoznak ugyan, de jellemzően nem károsítják azt. A raktározást, a felszerelést, vagy beépítést, esetleg a termék környezetében végzett egyéb tevékenységet megvizsgálva az alábbi kiváltó okok szoktak előfordulni vagy még a raktározás alatt, vagy már a beépítést követően:

- A horganyzott készáru közelében valamilyen lakatos tevékenységet végeztek. Csiszoltak, köszörültek, vágtak tárcsás darabolóval, vagy sarokcsiszoló berendezéssel. A daraboláskor leváló, nagysebességű, forró fém szemcsék belecsapódnak a horganybevonat felületébe, abba beleolvadnak, vagy csak megtapadnak a felületén. Később nedvesség, páralecsapódás, eső hatására ezek a kisméretű tiszta fémszemcsék megrozsdásodnak minden egyéb más bevonat nélküli acélananyaghoz hasonlóan. Ekkor kezdenek a horganyzott felületen megjelenni a rozsdapöttyök és az idő előre haladtával folyamatosan növekedni (15. kép).
- Másik jellemző hiba ok, amikor a horganyzott alkatrész összeszereléséhez a terméken lévő furatokat tisztítani, bővíteni, esetleg pótolni kell. Ekkor a fúrás során nem csak a furatban lévő horganybevonat kerül eltávolításra, hanem acélalapanyag is. Amennyiben ez a kimunkált acélananyag nincs maradéktalanul eltávolítva a horganybevonat felületéről, úgy az előzőekben leírt jelenség fog kialakulni a nedvesség megjelenését követően a fémforgácsok esetében is (16. kép).
- A nagyméretű acélszerkezeteknél gyakori tevékenység az elemek helyszínen történő toldása hegesztéssel. Hegesztéskor az ívgyújtás során szinte mindig és néha a hegesztési folyamat közben is előfordul az ömledék kifröccsenése. Ekkor a kis fém „golyók”, a vágás szikráihoz hasonlóan, a távolabb lévő vagy a hegesztés alatt elhelyezkedő horganyzott bevonatba csapódnak, abba beleégnek. A kifröccsenő olvadék tömegétől és becsapódáskori hőmérsékletétől függően akár teljesen át is olvadhat a horganybevonaton.

Az „idegen” rozsdá elkerülésének a legegyszerűbb módja, ha a lakatos tevékenység megkezdése előtt tűzálló paravánnal, vagy arra alkalmas ponyvával lekerítik a megmunkálás környezetét, vagy magát a horganyzott felületeket. Ez védelmet fog nyújtani mind az ott dolgozók, mind a bevonattal rendelkező termékek esetében. Amennyiben a jelenség már kialakult, megjelentek a rozsdafoltok, azok eltávolítására a legtöbb esetben megvan lehetőség. Ha csak minimálisan kezdett el rozsdásodni a felületen lévő „idegen” anyag, addig sokszor elegendő a szennyező anyagok maradéktalan eltávolítása és egy száraz ruhás felülettisztítás, letörlés.



17-18. kép: Korrozív hatású, rozsdás lé kifolyások a le nem zárt felületek közül

Amikor a rozsdásodó anyag (pl. vasszemcsék) szennyeződés már erősen megtapadt, bemaródott és oxidálódásnak indult a horganybevonatban, akkor egy nagyon finom szemcsézetű csiszolópapírral eltávolítható a felületről a rozsdaszínű anyagrész. A kellően körültekintő, óvatos csiszolás nem sérti meg a bevonatot, nem, vagy csak alig csökkenti annak rétegvastagságát.

Ha hegesztési fröcskölések okozták a rozsdafoltokat, akkor a fémszemcséket finoman el kell távolítani a bevonatból. Ha ezeken a pontokon már nem elegendő a bevonat vastagsága, szükségessé válik az előírások szerint, magas szárazanyag tartalmú horganyjavító festékekkel történő javítás.

Ha ezek a javítási, takarítási műveletek mégis elmaradnak, a nagyobb problémák elkerülésében még segítséget nyújthat a cink katódos védelme. Erről bővebben olvashatnak egy korábbi (V. évfolyam, 1. szám) kiadványunk cikkében.

A fentiekhez hasonló jelenségek léphetnek fel például, ha a hegesztési varratok nem tömörök, hiányosak, vagy rálapolt felületek nincsenek körbehegesztve, vagy lezárva. Ilyen esetekben tűzihorganyzást követően a felületek között maradt, vagy később odakerülő nedvesség miatt barnás-rozsdás, erősen korrozív hatású elszíneződések jöhetnek létre (17-18. kép). Ezek elhárítása az előzőeknél bonyolultabb javítási módszert igényel, mert egyúttal meg kell előzni a későbbi károsodásokat is. Itt lényeges, hogy a kifolyást okozó nyílásokat szakszerűen lezárják.

i-m

A horganybevonaton megjelenő barnás elszíneződés okait mindig alaposan meg kell vizsgálni

A horganyréteg színe hosszú évtizedek eltelte után is szürke, vagy sötétszürke lesz. Amikor barnás-vöröses elszíneződés jelenik meg rajta, az szinte minden esetben vas korróziójára utal. Ennek legtöbbször az „idegen” rozsa az oka, ritkábban a horgany-vas ötvözetű horganyréteg egy ritka jelensége, mely nem hiba.



A barnás rétegek alatt legtöbbször még vastag horganybevonat van, ez a rozsdabarna elszíneződés



Tűzhorganyzáshoz nem optimális acélminőség, még kedvezőtlenebb hegesztési varratanyag összetétellel



Sokéves „idegen” rozsa nagyon csúnya, korrodálódott felülettel (köszörülés, vagy vágás nyoma)



„Idegen” anyagtól keletkezett rozsa igen feltűnő jelenség, el kell kerülni

A horganyár alakulása 2022.09. - 2023.02. hónapokban

A megadott árak a nagy tisztaságú (SHG Zinc; 99,995%) havi átlagos, leszállított eladási árait mutatják (Forrás: www.feuerzinken.com).

