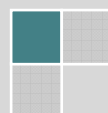


2024.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

A cink (horgany) kémiaiilag rendkívül aktív fém, mely a környezet korróziót okozó ágenseivel könnyen reakcióba lép. Ennek eredménye, hogy a frissen tűzihorganyzott termék, nedvesség hatására gyorsan elszíneződik, rossz termékkezelés esetében káros fehérrozsda alakulhat ki rajta. Az elszíneződés, mint enyhe korrózió megelőzése érdekében több eljárás létezik, melyek között egy lehetséges megoldás még a tűzihorganyzóban történő, merítéses, vagy szórásos lakkozás.

Vannak olyan csőszerű acélszerkezeti elemek, melyek rejtett veszélyforrásokat hordozhatnak magukban. Az eltakart horganyzástechnológiai nyílásokkal – ha azok helyesen vannak kialakítva – semmiféle probléma nincs, de helyes megtervezésükre és gyártásukra vonatkozóan a megrendelőtől a tűzihorganyzó számára egyértelmű garanciák kellenek.

Az új MSZ EN ISO 1461:2023 szabványban jelentős változást jelent, hogy bizonyos acélminőségek, termékfélések esetében a szabványban előírtnál vékonyabb horganyréteg meglétét is engedélyezi. Bizonyos új típusú acélminőségek használatával ugyanis a horganyzó vállalat olyan helyzetbe kerülhet, melyben nem tudja biztosítani a szabványban megkövetelt legkisebb rétegvastagságot.

Ebben a három, reméljük érdekes témával foglalkozik legújabb lapszámunk, melynek olvasóinknak tanulmányozásához kellemes időtöltést kívánunk.

2024. március 26.

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 károkról 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: Passzív hatású védőréteg kialakítása bemeztéses lakkozással

Fehérrozdásodás elleni védelem közvetlen lakkozással

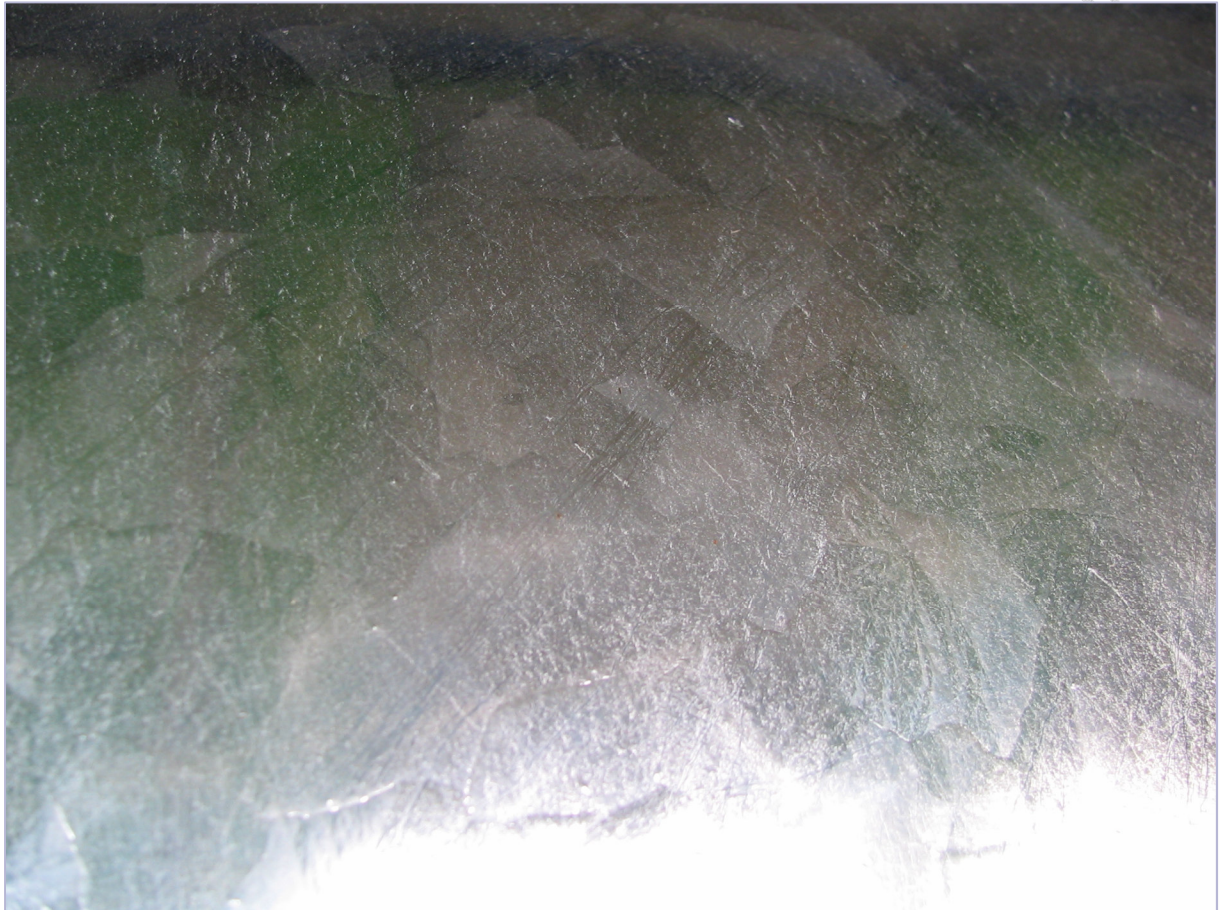
A cím szándékosan nem használja a passziválás kifejezést, ezért fontosnak tartom ennek okát tisztázni. A passziválás – egyéb eljárások mellett - olyan vegyi kezelést is jelent, amikor kémiai folyamatok útján alakítunk ki a védendő felületen egy passzív védőréteget. A passziválás feladata, az egyébként rendkívül reaktív horgany (vagy más fémek) felületén, a korróziós folyamatok kizárása vagy jelentős lassítása. Az elmondottakból kitűnhet, hogy a lakkozás feladata, hasonlóan a passziváláshoz, a bevonat korróziós károsodásának megakadályozása, de a hatásmechanizmusát tekintve – szemben egy elektrokémiai elven működő eljárással - fizikai módszernek tekinthetjük. Ennek ellenére az egyszerűség és felesleges magyarázatok elkerülése érdekében, a lakkozással kialakított védőréteget is, gyakran passziválásnak nevezzük.



1. kép: Fehérrozsda egy frissen tűzihorganyzott felületen

A fehérrozdásodás folyamatáról (1. kép), kialakulásáról számos cikket megjelentettünk (A fehérrozdásodás jelensége és elkerülése 2015. III/3.), ezért ezzel most bővebben nem foglalkozunk. Viszont nyilvánvalóan azzal a szándékkal írunk a lakkozásról, hogy a fehérrozdásodásnak, mint káros korróziós folyamatnak, a megakadályozásáról beszéljünk.

Önmagában véve lakkréteggel, bárki elláthatja a horganybevonatot, hiszen ez a védőfilm a festéshez hasonlóan kialakítható. Ez a lakkréteg nem minősül duplex védelemnek, viszont utólagos felhordása és kialakítása időigényes művelet. Ennél lényegesen egyszerűbb és gyorsabb, a horganyzó üzemekben alkalmazott technológiai folyamatokba beépíthetett lakkozás, erre számtalan nemzetközi és hazai példa van. A frissen horganyzott szerkezeteket a következő munkafázisban, egy vízben diszpergált egykomponensű műgyanta oldatába merítik. A kiemelés után lecsepeg, fizikailag megszárad, a lakkréteg térhálósodik és rövid idő alatt egy nagyon vékony polimer film képződik a darab teljes felületén.



2. kép: Már lakkozott horganybevonat megjelenése (fémrozsdá elleni védelem)

A felvitt lakkréteg 1-2 μm vastagságú, a légköri korróziós terhelésektől függően 3-6 hónapig, vagy légköri hatásoktól függően akár annál tovább is biztosítja a horganybevonat védelmét. A lakkréteg lebomlási ideje alatt, a bevonat felületén kialakuló oxidációs folyamatok elősegítik a horganyra jellemző sajátos védőrétegnek, a horganypatinának kialakulását. Mivel transzparens lakkról beszélünk, teljesen átlátszó filmet képezünk, ami biztosítja a termék közvetlen horganyzás utáni küllemét (2. kép), megfelelően rugalmas, jól tapad, a felületről nem húzható le. Az alkalmazható lakk és módszer két fajtája ismert, a meleg és hideg lakkozás (passziválás). A meleg passziválásnál 200-240 °C-os terméket merítünk a lakk vizes oldatába. A lakkfürdőből kiemelt szerkezetnek 60-80 °C melegnek kell lennie a gyors száradás és megfelelő kötés érdekében. Hideg passziválásnál a terméket környezeti

hőmérsékletre kell lehűteni a bemeztés előtt. Így viszont a száradási és kötési idő jelentősen megnövekszik, amit a levegő hőmérséklete és páratartalma is befolyásol.

A lakkozott szerkezeteket ugyanúgy utómunkálatoknak kell alávetni. A horganyfelvastagodások, megfolyások és cseppek megmunkálása, csiszolása, értelemszerűen a lakréteg eltávolítását eredményezi. Ezeken a helyeken színtelen, gyorsan száradó akrilát lakk spray-el lehetőség van a folytonossági hiányok javítására.

Megjegyezzük, hogy a fent ismertetett technológia, mint alapbevonat nem alkalmas duplex-védelemhez. Ezért, ha a frissen tűzihorganyzott acélszerkezet egy újabb védőréteget kap, nem javasoljuk a használatát. Abban az esetben viszont nagyon hasznos módszer, ha a frissen tűzihorganyzott terméken valamilyen okból (pl. ideiglenesen nedves helyen történő tárolásnál, szállítás során) hosszabb ideig meg szeretnénk őrizni a tűzihorganyzáskor nyert, szép fényes-ezüstös, elszíneződéstől mentes felületet.

n-m

„Rejtett-furatos” acélszerkezetek tűzihorganyzásának feltételei

A biztonságos darabáru tűzihorganyzás végrehajtásának egyik fontos feltétele levegővel és folyadékokkal kívül-belül teljesen „átjárható” szerkezet. A belső terek űrtartalmához igazodó, megfelelő méretű és szükséges helyen lévő nyílásokkal kell ellátni a terméket. A napi gyakorlat, hogy ezeknek a feltételeknek a meglétét az anyagátvétel és az előkészítés során is szemrevételezéssel ellenőrzik a horganyzó üzem megbízott szakemberei.

Manapság a tűzihorganyzott szerkezetekkel és horganybevonatukkal szemben támasztott minőségi és esztétikai követelmények a gyártókat sarkallták egy speciális megoldás alkalmazására. A „rejtett” (belső) furatokkal történő szerkezetgyártás az előnyök mellett hátrányokat és jelentős kockázatot is magában rejt.

A feltételek

A szerkezet gyártásának megkezdése előtt, lehetőleg még a tervezés fázisában, a megrendelőnek és a horganyzó üzemnek egyeztetést kell tartania a tervezett belső, *szemmel nem látható* technológiai nyílásokról.

A megrendelőnek információt kell adni a horganyzandó termék pontos kialakításáról, különös tekintettel a nem látható helyeken lévő átfolyó és kilevegőző nyílásokról. Mivel a folyadékáramlás (feltöltődés, kiürülés) az elemek szemmel nem látható csatlakozásainál menet közben nem ellenőrizhető, így mindenképpen javasolt a szabványnak a belső űrmérethez adott ajánlásánál még nagyobb méretű átömlő nyílások alkalmazása. A legjobb megoldás erre a teljes, vagy megközelítőleg teljes keresztmetszetű áthatással történő csatlakoztatás (3-4. kép). Mivel itt nincs, vagy alig van, ami lecsökkenti az egyik terméküregből a másikba történő folyadékáramlási sebességet, elkerülhető a lassú

feltöltődés miatti termék „elúszás”, valamint a lassú kiürülés következtében felgyülemelő horgany miatti termék leszakadás.



3-4. kép: Optimális kialakítású „rejtett” furatos acélszerkezet még összehegesztés előtt

Ha az egyeztetés alapján a tervezett kialakítású termék tűzihorganyozható, akkor a gyártás különböző fázisait szigorúan dokumentálni kell. Írásban, rajzokkal, fényképekkel kiegészítve rögzíteni és dokumentációval igazolni kell a horganyzó üzem részére a nem látható részeken elhelyezett technológiai nyílások számát, pontos helyét és méretét.

Ezekkel együtt a megrendelőnek alá kell írni és átadni egy felelősségvállalási nyilatkozatot is a horganyzó vállalat részére. A nyilatkozatban a gyártó (a tűzihorganyzást megrendelő) elfogadja, hogy a „rejtett” furatozás gyártási hibájára visszavezethető minden kárért felel, és ezeket a károkat maradéktalanul megtéríti a tűzihorganyzást végző fél részére. Egy kimaradt nyílás „jobb” esetben csak a termék tönkremenetelét okozza (5-6. kép), rosszabb esetben a dolgozók testi épségét veszélyezteti és akár rendkívül nagy anyagi kárral, de termelés kieséssel is járhat.

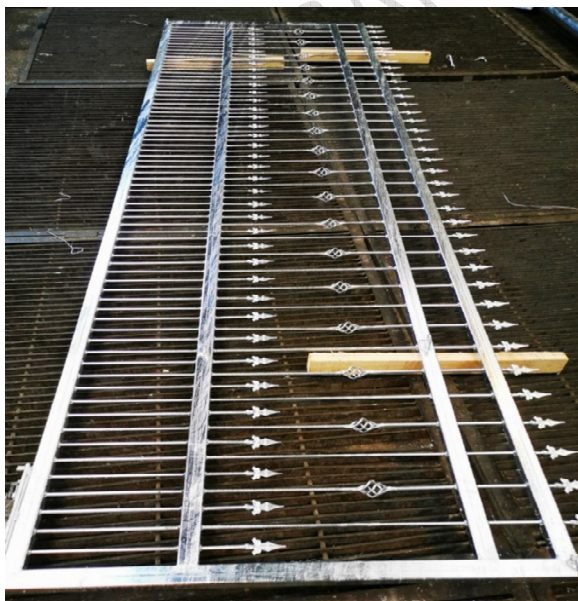


5-6. kép: Szétrobbanás miatt javíthatatlanul megsérült szerkezeti részek

Ezek a feltételek és teendők is mutatják, hogy jelentős kockázatokat rejt magában az ilyen termékkialakítás és milyen precíz, hiba nélküli horganyzástechnológiai előkészítést követel meg a tervező és gyártó részéről. Ha nem megfelelő az előkészítés, akkor a bevonó műnek már nincs esélye a közbeavatkozásra, a baleset, vagy a kár elkerülésére.

Az előnyök

A „rejtett” technológiai nyílások a tűzihorganyzott készáru jobb minőségét több módon is elősegítik. Mivel a termék belső részein, csatlakozásoknál, hegesztéseknél nincsenek külső



7. kép: Rejtett furatos késztermék

felületen elhelyezett technológiai nyílások, így elkerülhetők a kisebb nyílások miatti vagy a gyorsabb kiemelésből adódó esetleges horgany ráfolyások. Ha a külső technológiai nyílások nem tökéletesen a sarkokban lettek elhelyezve, akkor a szerkezet belsejében maradó horgany a kiemelés későbbi fázisában a darumozgás miatt a szerkezet külső felületére folyik. A belső technológiai nyílás erre a problémára is megoldást jelent. Szébb és egyenletesebb lesz a külső felületekről akadálytalanul lefolyó horganyolvadék miatt az áru megjelenése (7. kép).

A megrendelők sokszor nem szeretik, ha a technológiai nyílások „elcsúfítják” a

terméküket. Ez kifejezetten a kerítések, kapuk esetében szokott zavaró lenni. A kültéri termékeknél időnként felmerül a darazsak, méhek esetleges beköltözése, melyek lakóövezetek környezetében okozhatnak problémát. Az említett kialakítási módszer jelentősen csökkenti, vagy megszünteti a kívülről látható horganyzástechnológiai nyílásokat. Ha a csak a termékek sarkain van technológiai nyílás, azoknak a bevonat színéhez igazodó műanyag dugóval történő lezárása elhárítja a fenti veszélyt.

A hátrányok

Ahogy azt korábban már említettük, ez a módszer felkészült tervezést, rendkívül körültekintő, hiba nélküli acélszerkezet gyártást követel meg. Az első és legfontosabb, ami a hátrányok közé tartozik, hogy egy kimaradt átfolyónyílás hatalmas balesetveszélyt jelent a tűzihorganyzó üzem dolgozóira nézve. Súlyos égési sérülések lehetnek az ilyen hiba következményei. Ezért nem engedhető meg egy kimaradt technológia furat sem a szerkezet belsejében.



8. kép: Robbanás miatti horganykifutás

általában mechanikai sérülést ugyan nem szenvednek, de a bevonathibás darabok lemaratása és újrathorganyzása jelentős költségvonzattal jár.



9. kép: A szelvény belsejéből kiindult rozsdásodás képe

Egy hiányzó nyílás veszélyt jelent a dolgozók mellett a horganyzókádra és a többi üzemi berendezésekre is. A felrobbanó acélszerkezet rész jelentős, esetleg sok millió forintos kárt tehet magában a folyékony horganyt tartó kádban és az azt működtető technológiai eszközökben is (8. kép). Hosszú órákig, de akár napokig is eltarthat a károk helyreállítása, amely idő alatt nem tud termelni az üzem.

A hibásan gyártott darabbal együtt tűzihorganyzásra kerülő többi termék nagy részének is hibás lehet a bevonata, melyek

Ezek mellett a veszélyek mellett, már szinte elenyészőnek tűnhet magának a hibás szerkezetnek a károsodása, tönkremenetele.

Meg kell említeni a hátrányok között, ha a termékek megfelelő méretű, de rossz pozícióban elhelyezett nyílásokkal lettek ellátva. Gyakori hiba, hogy kellően nagy méretűek ugyan a folyadék átfolyását szolgáló nyílások, de nem egyeznek meg a zártszelvény profil belsejével.

Ha központosan vannak elhelyezve, akkor marad bizonyos mértékű „perem” az átfolyási helyeken. Itt nem csak folyadék, és majd

horgany marad meg, hanem az üreg átlós sarkain levegő és salak is megmarad. A beszorult levegő miatt itt horganyhiányos (rozsdás) felületek, légzsákok lesznek, ahova beszorul a többek között folyósítószerből (fluxból) visszamaradó salak is. A késztermék használata során ezeken a helyeken a környezetből a savas kémhatású salak magába szívja a nedvességet és egy korróziós göcot alakít ki. A termék kívülről ugyan hosszabb időn át szép marad, de extrém esetben a belülről kiinduló rozsdásodás tönkre is teheti a szerkezetet akár már néhány év alatt is (9. kép).

Pro és kontra

A megrendelők szempontjából az előnyök dominálnak. Sebb a bevonat, kevesebb a látható technológiai nyílás.

A tűzihorganyzó üzemek szempontjából – főleg, ha már korábban volt rossz tapasztalatuk - akkor a látható technológiai nyílások használatát kérik. Nem szeretik kockáztatni a dolgozók testi épségét, egészségét, a technológiai berendezéseiket, vagy egy hosszabb idejű termelés kiesést.

Azonban van egy megfelelő kompromisszum. A technológiai nyílások elhelyezését, méretét a horganyzó üzem szakembereivel már a tervezés alatt egyeztetni kell. Ezt követően már csak a gyártást hibátlanul végre kell hajtani és minden fázisát megfelelően dokumentálni kell. A felelősségvállalási nyilatkozatot a többi dokumentummal együtt a tűzihorganyzó üzem részére át kell adni.

Ezen feltételek maradéktalan betartása és végrehajtása biztosíték lehet arra, hogy a készáru biztonságosan elkészüljön, az elvárható legjobb minőségű bevonattal legyen ellátva és hosszú évtizedekig karbantartásmentesen ellássa a feladatát.

i-m

Fontos változás az új MSZ EN ISO 1461 szabványban

A 2023 novemberében magyar nyelven is megjelent szabvány (MSZ EN ISO 1461:2023) összességében a gyakorlati tapasztalatokhoz igazodóan számos helyen kibővült és kismértékben szerkezeti változásokat is mutat. Az előbbieket kissé megnövelik a tűzihorganyzó vállalatok mozgásterét, mert az előírások és tájékoztatások igazodnak az acélgyártás területén tapasztalható trendekhez, pontosabban az acélszerkezetek gyártásához használatos acélok megváltozott minőségéhez.

Új acélminőségek – kritikus bevonatvastagságok

Az acélszerkezetek gyártáshoz felhasznált acéloknál szinte mindig elsődleges szempontok voltak az acélok mechanikai tulajdonságai és jó hegeszthetőségük. A kémiai tulajdonságokat ezekhez igazították. A hengerlési technológiák fejlesztési irányai is ezeket a célokat szolgálták.

A tűzihorganyzók gyakorlati tapasztalataik alapján igyekeztek alkalmazkodni, azaz a sokévtizedes vizsgálati eredményeiket empirikus összefüggésekbe sűrítve adtak visszajelzéseket az acélok és acélszerkezetek gyártóinak az acélféleségek tűzihorganyozhatóságáról. A tűzihorganyzó iparág tapasztalatait táblázatokba foglalva lehet felhasználni a tűzihorganyzott acélszerkezetek acélananyagainak megrendeléséhez (pl.: MSZ EN 10025-2, 7.4.3. pont).

Csoport	Kémiai összetétel (T%)	A bevonat lehet
A-acélcsoport	$Si + 2,5P \leq 0,09$	fényes, vékony, szabványos
B-acélcsoport	$0,14 \leq Si \leq 0,25$	fényes, mattszürke szabványos
D-acélcsoport	$0,25 < Si \leq 0,35$	fényes, vagy szürke, szabványos

1. táblázat: Acélok ajánlott kémiai összetétele tűzihorganyzáshoz (MSZ EN 10025-2:2023, 7.4.3.)

A fenti táblázat lényegében megegyezik az MSZ EN ISO 14713-2:2009 szabványban szereplő értékekkel. Az utóbbi évtizedekben a tűzihorganyzásra kerülő acélszerkezetek gyártásánál előtérbe került az acélok alumíniummal dezoxidált acélok használata, mely bizonyos koncentrációja felett „megzavarja” a tűzihorganyzás közbeni termodiffúziót és e miatt a szabványnál vékonyabb horganyrétegek is létre jöhetnek. Szabványunk 6.5. pontja (Átvételi feltételek) pontosan erre a gyakorlati tapasztalatra hivatkozik, amikor bizonyos összetételi határok felett engedélyezi a szabványnál vékonyabb horganybevonatot is. Ilyen feltételek, ha a 3 mm-nél vastagabb acélszerkezet anyagának alumínium-tartalma nagyobb, mint 0,035% és szilícium-tartalma kisebb, mint 0,01%. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a szabvány által előírtnál kisebb átlagos bevonatvastagság is megengedett lehet. Ennek az oka, hogy a termodiffúziós reakcióterben jelen levő nagyobb mennyiségű alumínium nagy kémiai aktivitása (oxidképzése) miatt gátolja a diffúziós folyamatot.

Acélananyag vastagság (mm)	Legkisebb átlagos bevonatvastagság (μm) MSZ EN ISO 1461:3. táblázata szerint	Acél kémiai összetétele miatt megengedett átlagos bevonatvastagság
$v > 6 \text{ mm}$	85	lehet < mint $85 \mu\text{m}$
$3 < v \leq 6 \text{ mm}$	70	lehet < mint $70 \mu\text{m}$

2. táblázat: Horganybevonat megengedett kritikus vastagságai az acélminőség függvényében (MSZ EN ISO 1461:2023)

Az ilyen horganybevonatok kis vastagsága mellett várhatóan fényes-ezüstös lesz a színük, melytől csak a vastagfalú acélszerkezetek képeznek kivételt.

Amennyiben termikusan vágottak az ilyen acélok, akkor ez tovább csökkentheti az amúgy is várhatóan kicsi horganyréteg vastagságát.

a-á

A horganybevonat vastagságát és minőségét legjobb hatásokkal a tervezőasztalon lehet befolyásolni

Régi szakmai megállapítás, hogy a korrózióvédelem a tervező asztalon kezdődik, azaz esetünkben már a tervezéskor gondolni kell egy adott acélszerkezet korrózió elleni védelmére. A kifogástalan tűzhorganyzáshoz megfelelő technológiai nyílásokat már tervezéskor el kell helyezni a termékekre.



A technológiai furat hiánya miatt „megúszott” acélszerkezet hibás horganybevonata



Kedvezőtlen, kisméretű „elrejtett” furatok, mint technológiai nyílások (jobbra)



Az ilyen korlátok technológiai furatait horganyzás után célszerű műanyag dugóval ellátni



Melegen történő lakkozás folyamata tűzhorganyzást követően

A horganyár alakulása 2023.09. - 2024.02. hónapokban

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

