

2024.

# TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



## *Tisztelt Olvasóink!*

Rendre visszatérő kérdés, hogy a tűzihorganyzásra kerülő acélszerkezeteken kell-e valamilyen felülettisztítást végezni mielőtt azokat a horganyozó vállalathoz beszállítják. Szokásos esetben egyértelműen azt mondhatjuk, hogy „nem szükséges”. Azonban lehetnek olyan szélsőséges esetek, amikor az acélfelületen olyan szennyeződések vannak (pl. festék), melyeket a horganyzó előkezelő technológiájával nem, vagy csak nagyon hosszú idő alatt lehet eltávolítani. Ez aztán vitát gerjeszthet a partnerek között. Ilyenek lehetnek például az erősen zsíros, olajos, vakrozás, vagy a tömör és vastag révével fedett felületek, Ekkor mi a teendő?

A bevonás előtti megfelelő felülettisztítás nemcsak tűzihorganyzásnál kulcsfontosságú, hanem a festés végrehajtásánál is. Ugyanis a bevonat és a bevonandó felület közötti „tapadóhíd” létrehozása döntő szempont. Ahol nincs kellő tapadás, ott gyors lehet a bevonatleválás. Frissen, vagy akár régebben horganyzott felületek festése egyaránt lehetséges és az így nyert duplex-védelem hosszantartó és karbantartásmentes felületvédelmet nyújt, ha az adott technológiát helyesen alkalmazzák. Gyakorlatban számos példa van arra, hogy a nem jól végrehajtott technológia, vagy helytelenül megválasztott anyagminőségek nagy károkat okoznak a kész acélszerkezetnél.

A fentiekkel kapcsolatban három írásunkban igyekszünk gyakorlati tanácsokat adni a kivitelezőknek, felhívva a figyelmet a megfelelő felületelőkészítés fontosságára.

Olvasóinknak ezúton kívánunk sikereikben gazdag, békés Új Esztendőt!

2024. december 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 termékekben 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:** Egy lombkorona sétány részlete



## Erősen szennyezett, vakrozsdás, revés acéltermékek minőségi kockázatai, megoldási lehetőségek

Az acélalapanyagok gyártási eljárásától, megmunkálásától, tárolási körülményeitől és a tárolás időtartamától függően különböző típusú és vastagságú korróziótermék alakul ki az acélszerkezetek felületén. A korrodált felületet minden felületvédő eljárás elkészítése előtt meg kell tisztítani az oxidoktól. Ezeknek az eljárásoknak sokféle módja létezik, lehet mechanikus, termikus, vagy akár vegyi eljárás is. Jelen cikkünkben a darabáru tűzihorganyzó üzemekben alkalmazott vegyi eljárás jellemzőiről, korlátairól, valamint a készterméken kialakuló bevonat minőségi kockázatairól olvashatnak részletesebben.

### A horganyzói felületelőkészítés korlátai

A tűzihorganyzó üzemek vegyi előkezelő sora a zsírtalanító, illetve a pácoló, vegyszerekkel leoldható, lebontható szennyeződések eltávolítására alkalmas. Ilyen szennyeződés lehet a hidegen hajlított lemeztermékek felületén lévő, az alapanyag gyártáskor felvitt maradék kenőemulzió, a melegen hengerelt termékek felületén lévő vékony, vagy töredezett reveréteg (oxidréteg), valamint a levegő és a légnedvesség hatására kialakuló közönséges, „kereskedelmi állapotú” rozsdá. De a vízben leoldható festékek, jelölések is eltávolíthatók. Az előzőekben felsorolt szennyeződések a horganyzóknak minden probléma nélkül, tökéletesen eltávolíthatók a felületről.

Nem tartozik a tűzihorganyzóban eltávolítható szennyeződések közé a festék, festékfilc, lakk, kátrány, azonosító címke ragasztója, hegesztési salak, a hegesztés során használt, a felületre ráégett szilikonspray nyom, öntészeti maradványok vagy egyéb hasonló jellegű más anyag, valamint a zsírral, olajjal erősen szennyezett felületű alapanyagok hegesztésekor visszamaradó anyagmaradványok (1. kép).



1. kép: A hegesztéskor a felületre égett szennyeződés



2. kép: Tömör, vastag revével borított felület

A vastag, lemezes légrozsdarétegek (vakrozsdá), vagy az ugyancsak vastag, nagyrészt egybefüggő reverétegek eltávolítása kémiaileg ugyan megoldható, de a rendkívül hosszú

pácolási idő miatt, ami jelentős kapacitáscsökkenést, termelés kiesést okoz, valamint a horganybevonat várható minőségromlása miatt a tűzihorganyzó vállalatok az ilyen felületű termékek bevonását általában ebben az állapotban nem szívesen, vagy csak felárral vállalják (2. kép).

### *A horganybevonat minőségi kockázatai*

A tűzihorgany bevonat jellemzőit (rétegvastagság, megjelenés, felületminőség, ...) az alapanyag kémiai összetétele (elsősorban szilícium és foszfor tartalma), az alapanyag gyártástechnológiája, a gyártott szerkezet mérete és kialakítása fogja meghatározni. A hidegen hajlított technológiával készült alapanyagok acélminősége -tapasztalat szerint - általában ideális a tűzihorganyzáshoz. A rajtuk kialakuló horganybevonat jellemzően szabványosan vékony, fényes, sima tapadású (3. kép). A melegen hengerelt technológiával gyártott alapanyagokon jellemzően vastagabb bevonat képződik, melynek jellemzője, hogy sokszor mattszürke, vagy fényes, de lehet akár foltos, érdes, durva felületű is (4. kép).



**3. kép:** Hidegen hengerelt termék bevonatai



**4. kép:** Melegen hengerelt termék horganybevonata

Az alapanyagok különböző felületein keletkező oxid nem egyforma vastagságú és tulajdonságú.



**5. kép:** Erősen bemaródott vasfelület bevonata



**6. kép:** Meleghengerlési reve okozta bevonathiba

A hidegen hajlított anyagokon egy vékonyabb, egyenletesebb, felületi rozsdá szokott kialakulni, míg a melegen hengerelt anyagoknál, a már érdesebb felületen gyakoribb a mélyebb, pontszerű, vagy kráteres vakrozsdá kialakulása.

Tárolás során a vízszintes felületeken vastagabb, nagyobb felületű, mélyebbre hatoló rozsdá alakul ki, míg a függőleges pozíciójú felületeken vékonyabb rozsdá szokott megjelenni. Ennek következtében a különböző felületek vegyi tisztítása nem végezhető el hasonló idő alatt.

Ha a termék egyes felületeinek szennyezettsége egymástól jelentősen eltér, akkor annak több kockázati tényezője van, melyek kihatással lesznek a horganybevonat tulajdonságaira.

- A termék tisztítási, kezelési idejét a legszennyezettebb felület ideje határozza meg. Emiatt a kevésbé rozsdás, vagy tisztább részeken túlpácolódás alakulhat ki. Ez károsítja a megtisztított acélfelületet, bemaródások keletkezhetnek, míg egyéb részeken még rozsdamaradvány fordulhat elő. Hasonló jelenség látható, mint a vakrozsdás acélok tűzihorganyzása után (5.kép).
- Túlpácolás esetén fennáll a vasfelületbe történő hidrogéndiffúzió veszélye is, mely negatívan hat az acélalapanyag, a hegesztési varrat és a horganybevonat tulajdonságaira is, valamint későbbi használhatóságára (ridegség, mikrorepedés, duplex bevonati hiba).
- A vegyi tisztítás során a termék minden felületét nem lehet tüzetesen leellenőrizni. Így a túlzottan korrodált felületeken maradó esetleges felületi hiba horganybevonat hibát fog eredményezni.
- A melegen hengerelt anyagok gyártásánál használt alakítóörgön előforduló felületi hiba hengerlési hibát okoz az alapanyagban, ami pácolással nem távolítható el. Ez az alapanyag felületébe behengerelt revé a horganyzás közben, illetve a hűlés során revékipattogzáshoz vezet (6.kép).
- Erősen rozsdás, revés alapanyag jóminőségben nem hegeszthető. Ezek a szennyeződések hegesztési, azaz varrathibához vezetnek, aminek egyenes következménye lehet a horganybevonati hiba is.

### *Megoldási lehetőségek*

A „kereskedelmi állapotú” rozsdás, oxidos felületű acél általában minden további intézkedés nélkül tűzihorganyozható. Azonban a vastag és tömör rozsdával borított vagy revés termékeket legkésőbb a horganyzóba történő beszállítás előtt a megrendelőnek célszerű megtisztítani. A tisztítás történhet szemcse-, vagy homokszórással (7. kép). Legjobb megoldás a szálanyagban, vagy még táblában történő felülettisztítás, mert jelentősen megkönnyíti a további megmunkálásokat, és a hegesztést is.

Ezek a mechanikus tisztítási módszerek hatékonyan és alaposan megtisztítják a felületet a korróziós szennyeződésektől is. Természetesen a tisztítási művelet során ellenőrizni kell, hogy a kráteres, bemaródott vakrozsdá is megfelelően el lett távolítva a felületről. Ellenkező esetben, hiába tiszta a szerkezet felületének a legnagyobb része, a horganyzóműnek mégis megnövekedett pácolási idővel kell majd számolnia. Teljesen tiszta, szennyeződésmentes felület nélkül nem kaphatunk jó minőségű horganybevonatot.



A kialakuló horganybevonat minőségi kockázatai csökkenthetők a legyártott szerkezet teljes felületének szemcseszórásával, ami számos előnnyel jár:

- Egyenletes felületű, homogén horganybevonat fog kialakulni.
- A termék felületén nem maradnak vegyileg el nem távolítható szennyeződések (festék, bitumen, stb.).
- Mind a vastag reve, mind pedig a rozsdaréteg eltávolításra kerül, ezzel azonos pácidót biztosítva a termék minden felületénél, így elkerülhető a túlpácolódást.
- A szemcse, vagy homokszórás a korrodált, egyenetlen alapanyag felületet egyenletesebbé teszi, így a felület érdessége is hasonló lesz a termék minden részén. Ennek lesz köszönhető a homogén, esztétikusabb horganybevonat (8. kép). Itt megjegyezzük, hogy érdesebb felületen mindig vastagabb lesz a horganyréteg, mint ugyanazon acél simább felületein.
- A hegesztési hibák nagy része a szórást követően megszűnik. Nemcsak a hegesztési hőhatásövezetben a felületre ráéggő cseppleválasztó (hegesztő spray) maradványa kerül eltávolításra, hanem a szélbeéágésekben, zárványokban, kráterekben és esetlegesen a varratok felületén maradt hegesztési salak nagyrésze is.



7. kép: Szemcseszórással revétlenített felület



8. kép: Szemcseszórással tisztított termék bevonata

Az vakrozsdás felületű acélfelületet, csak erős szemcse-, vagy homokszórással lehet megtisztítani. A frissen hengerelt acélon levő tömör reve megbontására, fellazítására rendelkezésre áll egy természetes módszer is. Amennyiben a letárolt, revével fedett acélananyagot néhány naponta bővízzel meglocsolják és ezt legalább 3-4 héten át elvégzik, akkor a reveréteg megrepedezik, lazul és elkezdődik rajta egy már könnyen pácolható vörösrzsda kialakulása. Ezekben a helyeken a horganyozói páclé nagyobb hatékonysággal oldja le az oxidokat, reve maradványokat és így könnyebbé válik az oxidmentesítés.

Cikkünk elolvasását követően belátható, hogy a régi, elfekvő alapanyagok felhasználása kockázatokkal és többletköltségekkel jár ugyan, de van megfelelő megoldás a bevonási problémák elkerülésére. Az acélszerkezetgyártás előtti, vagy az azt követő megfelelő felülettisztítás megkönnyíti a tűzhorganyzás végrehajtását, így biztosítva a késztermék hosszú évtizedeken át tartó gondtalan használatát.

i-m

## Erősen zsíros, olajos felületű termékek okozta minőségi problémák

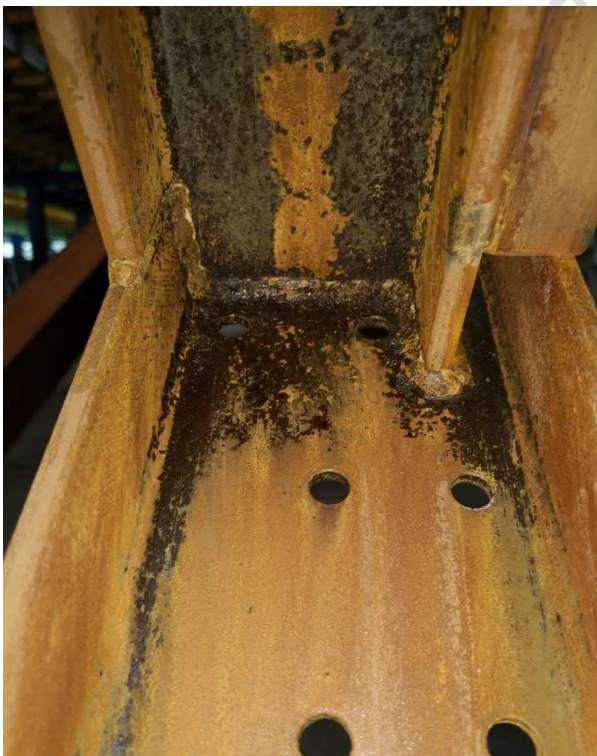
Tűzhorganyzásnál a termodiffúziós folyamatok elengedhetetlen feltétele az acél fémtiszta, zsír és oxidmentes, megfelelően előkészített felülete. Ennek érdekében a folyékony horganyfürdőbe merítés előtt a beszállított termékek kémiai előkészítésen esnek át. A vegyi előkészítő soron a felületek kezelése meghatározott sorrendben - zsírtalanítás, pácolás (oxidmentesítés) fluxálás – követik egymást. Ennek okát és a felületen lévő szennyeződések eltávolításának mechanizmusát vizsgáljuk meg a megfelelő bevonatkialakulás érdekében.

Az acélalapanyag gyártása során, elsősorban a lemezből készült, azaz hidegen alakított termékeknél, a profil hengerléshez kenőanyagokat, emulziókat használnak, amelyek a termék mindkét oldalán, zárt szelvényeknél a belső oldalon is jelen vannak. A melegen hengerelt idomacél és lemez alapanyagok gyártásához nem kell kenőanyag, úgy azok felülete olajmentes, elsősorban revés és rozsdás. Viszont az acélszerkezet gyártása során a megmunkálás típusától függően, valamennyi szerkezet felülete olajjal, esetleg zsírral szennyeződhet. Ezeket az olajos szennyeződésekeltávolítani a horganyzó üzemek előkészítő során, zsírtalanító folyadékban. Azért az első művelet a zsírtalanítás, mert a zsíros, olajos anyagoknak a szennyezett területeken víztaszító hatásuk van, a keletkező felületi feszültség miatt a folyadék kis gömbök formájában vannak jelen, míg a jól zsírtalanított és zsírmentes felületeket a víz nedvesíti, szétterül rajtuk. Az elmondottakból logikusan következik, hogy a következő vegyi előkezelés hatékonyságának elengedhetetlen feltétele, a tökéletes zsír-és olajmentes felület. A megfelelő zsírtalanítás egyik gátja a szennyezőanyag mennyisége. A vastag zsír és olaj, irreálisan megnöveli a zsírtalanítási időt, ami nem illeszkedik a felületkezelő üzem horganyzási ütemébe. Az ilyen szennyezőanyagokat legfeljebb 30 perc alatt, el kell távolítani a felületről, tehát nem jó, ha gyártáskor „fürödik” a szerkezet az olajban. A másik akadály a kenésre használt anyagok összetétele, fajtája.



9-10. kép: Hegesztési feltapadásgátló spray nyomai a hőhatási övezetekben

A kifejezetten tűzihorganyzásra kerülő acélszerkezetek gyártásához, megmunkálásához szükséges kenőanyagokat és hegesztési fröccsenési feltapadásgátlókat, már több cég is forgalmaz. Könnyűszerrel beszerezhetőek olyan vágó-fúró üregelő anyagok és emulziók, amelyek megfelelő idő alatt lebomlanak a felületről. Ezek elsősorban kőolajszármazékok, a szintetikus olajokat, szilikon tartalmú kenőanyagokat, mindenképpen kerülni kell. Ma már gyártanak olyan szintetikus kenőanyagokat is, amelyek a legmostohább körülmények között is biztosítják a gépek kenését. Ezek a kenőanyagok olyan összetevőket tartalmaznak, amelyeknek nincs oldószere, kizárólag mechanikus úton távolíthatóak el a felületről. Alkalmazásuk esetén, az egész horganyzó üzem előkészítősorára hatással vannak, azt használhatatlanná tehetik. Az utóbbi években elterjedt korszerűbb acélszerkezet megmunkálás és gyártás (lézervágás, megmunkálóközpontok), jelentősen csökkentették a kenőanyagok használatát. Ezeknél a szerkezeteknél, a legtöbb esetben problémát az okozhat, ha hegesztő segédanyagként használatos, nem horganyzott termékek gyártásához kifejlesztett fröccsenési feltapadásgátlókat (spray) használnak. A hegesztési hő hatására a feltapadásgátlók és olajok ráégnek a felületre. A varraton és közvetlen környezetében a magas hő hatására ezek az anyagok elégnek, de a hőhatás övezetben a felületre égett anyagmaradványok a horganyzói előkezeléskor nem bomlanak le (9-10. képek). Molekula szerkezetük megváltozik, kizárólag mechanikai úton távolíthatóak el. Ebben is jelentős a változás, mert egyre több gyártó forgalmaz a horganyzási technológiához illeszkedő, könnyedén lebomló anyagot, amelyek a hegesztési hő hatására nem ég rá az acélfelületre.



**11. kép:** Felületi szennyeződés okozta hiba

A nem megfelelő zsírtalanítás, felületelőkészítési hibát okoz. A már említett okok miatt a zsíros felületen a pácolás (oxidmentesítés) hatástalan, a sósavas oldat nem képes lebontani az oxidokat, ezért ezeken a területeken nem lesz horganybevonat (11. kép). Az oldhatatlan olajokat a zsírtalanítószer, nem emulgeálja, nem viszi oldatba, azok az oldószereken és az előkészítő folyadékok felszínén olajfilmet képeznek. A felszínen egyenletesen elterülő olajréteg az acélszerkezet előkezelő folyadékba merítése és kiemelése után egyenletes réteget képez a szerkezeten, amely rontja a további vegyi előkészítés határfokát és ezzel együtt a horgany bevonatképződés kialakulását. Mivel a technológia sajátosságából adódóan a zárt szerkezetek belső felületén is

horganybevonat fog kialakulni (ez nagy előnye is a technológiának), így az érintett, belső területeken is szükséges a megfelelő zsírtalanítás, aminek előfeltétele, az üreges részek



előírás szerint kialakított technológiai nyílásai. Ezeken a nyílásokon keresztül lehet úgy átöblíteni az üregeket, hogy azok zsír-és olajmentesek legyen a további előkezelésekhez. A horganyzó üzemeknek szűkösek a lehetőségeik egy mechanikai felületelőkészítést elvégezni. A gördülékeny bevonatképzés érdekében, a felületi minőségre vonatkozó előírások betartása, a megrendelőnek és a horganyzó üzemnek is elemi érdeke.

Kizárólag akkor lehetséges kifogástalan horganybevonatot kialakítani az acélszerkezeten, ha mindkét fél, teljes mértékben törekszik a technológiai követelmények, maradéktalan betartására.

n-m

## Lombkorona sétány tűzihorganyzott acélból

Napjainkban hazánkban is közkedvelté váltak a természet értékeit testközelből bemutató lombkorona sétányok és a kilátószerkezetek. A korábbi évtizedekben elsősorban fából épített létesítmények voltak a jellemzők, azonban ezek néhány év elteltével alapos faápolást igényeltek. Az emberi munkaerő hiánya, az ezzel összefüggő óriási költségek arra késztette a beruházókat, hogy tartósabb megoldást keressenek. Így kerültek szem elé a tűzihorganyzott kivitelű acélszerkezetek, illetve a tűzihorganyzott+festett bevonatrendszer, a duplex-védelem (12. kép). Ma már ugyan nagyon jó minőségű festékek vannak, azonban egy a csak acélra felvitt, és legalább 25-30 évre szóló tökéletes védelem csak ritkán sikerül. A csak tűzihorganyzott acél is hosszú évtizedekre (60-80 évre) bármilyen felújítástól mentes megoldást nyújt. Duplex-védelem esetén – amennyiben azt szakszerűen végrehajtják – még tovább lehet növelni a fenti bevonatélettartamot.

### *Acélminőség a duplex-védelemhez*

Az ilyen létesítmények általában a föld fölé kiálló vasbeton alapokon nyugszanak, így az acélszerkezetek felületei lényegében légköri korróziós hatásoknak vannak kitéve. Így horganybevonat szükséges vastagságának és a rákerülő festékréteg vastagságának, minőségének megállapítása az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat szerint történik. Ez tartalmazza az elérendő bevonatélettartamhoz szükséges festéktípusokat és a javasolt festési technológiákat, a bevonatrendszerek felsorolását. Az ilyen megoldáshoz tökéletesen megfelelőek az MSZ EN 10025:2019 szabvány 7.4.3. pontja szerint kiválasztott A-acélcsoport acéljai ( $Si \leq 0,03\%$  és  $Si+2,5P \leq 0,09\%$ ), de a B és D típusok is megfelelőek. Az A-típusú acélokon minden esetben a szabványnak megfelelő, vékony-gazdaságos horganybevonatok képződnek (13. kép). A frissen tűzihorganyzott felületen az alapozó festékréteg megfelelő tapadásának biztosítása kulcsfontosságú. Ennek eléréséhez elsősorban az ún. sweep-szórás, mint könnyű szemcseszórás javasoljuk, melynek legfontosabb technológiai paramétereit az 1. táblázatba foglaltuk. A legfontosabb, hogy a horganybevonat felszínéről csak annyi bevonatrész morzsolódjon le, amennyi a megfelelő felületállapot eléréséhez éppen szükséges. A leszórt

felületnek mattszürkének kell lenni. A szóróanyag minősége rendkívül fontos, lényeges, hogy vasmentes, rozsdamentes szemcseanyag legyen. (MSZ EN ISO 11126).



12. kép: Lombkorona sétány részlete



13. kép: A-acélcsoport bevonatai

|  |                     |
|--|---------------------|
| Szórási nyomás                                       | maximálisan 0,3 MPa |
| Szórási szög   | $\leq 30^\circ$     |
| Fuvókatávolság a horganyzott felülettől              | 0,5-0,8 m           |
| Szemcseméret (átmérő) → nagyon fontos                | 0,2-0,5 m           |
| Szükséges felületi érdesség (MSZ EN ISO 8503-1:2012) | finom (G)           |
| Szórás utáni bevonatvesztés                          | 5-10 $\mu\text{m}$  |

1. táblázat: Könnyű szemcseszórás (sweep-szórás) ajánlott paraméterek, jellemzők

Az acélszerkezet minden részére lehetőleg egységes korróziós képességekkel kell rendelkeznie. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a főszerkezet elemei, hanem a kiegészítők, korlátok, sőt a kötő-, és kapcsolóelemek felületvédelme is hasonló védelmi értékű legyen.

**Kötőelemek tűzihorganyzott kivitelűek legyenek festett acélszerkezetekhez is**

Tűzihorganyzott acélszerkezetekhez mindenképpen tűzihorganyzott kötőelemeket ajánlunk (MSZ EN ISO 10684). A túl vékony bevonatos (galvanizált) kötőelemek elsősorban nagyon alacsony agresszivitású környezetbe, vagy rövid alkalmazási élettartamnál javasoljuk. Tűzihorganyzott, duplex-bevonatos, sőt tisztán festett acélszerkezeteknél is kültérre a masszív horganybevonattal rendelkező tűzihorganyzott kivitelű csavarok alkalmazása ajánlott.

a-á



**MAGYAR TÚZIHORGANYZÓK SZÖVETSÉGE**

2400 Dunaújváros, Gözmalom utca 6.  
mtsztz.info@gmail.com  
[www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)



ACÉLSZERKEZETEK TÚZIHORGANYZÁSA

**MSZ EN ISO 1461**



## Tűzhorganyzásra kerülő acélszerkezetek felületi minősége meghatározza a szerkezet küllemét és bevonási költségeit

A kereskedelmi minőségű acélapanyagok többsége a tűzhorganyzóba történő beszállítás előtt nem igényel semmilyen mechanikai felülettisztítást. Azonban a több évtizedesen rozsdás (vakrozsdás), vagy a frissen gyártott, vastagfalú melegen hengerelt acélok mechanikus felülettisztítása indokolt lehet.



*Alul egy vakrozsdás felület horganybevonata látható*



*Durva felületű alapanyagok horganybevonatai*



*Rosszul kivitelezett duplex-bevonat*



*Rosszul választották meg a kötőelem védőbevonatát*

## A horganyár alakulása 2024.05. - 2024.11. hónapokban

A megadott árak a nagytisztaságú (SHG Zinc; 99,995%) havi átlagos, leszállított eladási árait mutatják (Forrás: [www.feuerzinken.com](http://www.feuerzinken.com)).

