

2025.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat (50. szám)

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – XIII. évfolyam, 3. szám



Tisztelt Olvasóink!

Ezen alkalommal online szakfolyóiratunk immár 50. számát olvashatják. Az elkészített félszáz számban igyekeztünk a tűzihorganyzó iparág hazai és külföldi tapasztalatait, autentikus információit eljuttatni olvasóinkhoz azzal a legfontosabb céllal, hogy a tűzihorganyzók és megrendelők, tervezők közösen bírkozzanak az ismeretekkel, melyek valamennyi partner hasznára válnak és lehetővé teszik a nemzetközi vérkeringésben való közös részvételünket.

Hagyományainkat folytatva mostani lapszámunkban is igyekszünk egy-egy, a mindennapi életben fontos szerepet játszó szakmai területet kiemelni és kicsit alaposabban tanulmányozni, lényeges információkat közreadni.

Tűzihorganyzott kivitelű, csőszerű acélszerkezetek mindig gyakori „vendégei” a bevonó üzemeknek, melyek belső felületének bevonatai egyenértékűek a teljes felületen kialakulóval. Ebben a terméksektorban kiemelt jelentőségűek a térvilágító oszlopok, melyek napi rendszerességgel jelennek meg a tűzihorganyzóknál.

Az acélminőségekkel kapcsolatos kérdésekkel minden nap szembesülnek iparágunk partnerei. Gyakran felvetődő kérdések, vagy felmerülő problémák forrásai lehetnek a mai napig. Erre vonatkozóan ebben és a következő lapszámban is érintjük egyes speciális acélminőségek tűzihorganyozhatóságát.

Jubileumi lapszámunk tanulmányozásához kellemes időtöltést kívánunk!

2025. szeptember 30.

Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Szakmai Bizottság

FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkkért 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: Villamos elosztóközpont tűzihorganyzott térvilágító oszlopokkal

Kandeláberek és térvilágító oszlopok helyes kialakítása tűzihorganyzáshoz

A települések és ipari létesítmények fejlődésének köszönhetően megnövekedtek az igények és a kereslet a kandeláberek, világítási lámpaoszlopok és hozzájuk tartozó acélszerkezetek iránt.

Jelenleg is van igény korhű, rusztikus az épített környezetet ékesítő öntvény vagy díszes, acélból készült oszlopokra, de a jelentősebb mennyiség, a célszerűség figyelembevételével, korszerű gyártástechnológiával előállított egyszerű tartószerkezetekből készül. A városok közterületein, ipari övezetekben, parkolóban, rakodóterületeken és pályaudvarokon, közúti megvilágításban funkcionális szerepet betöltő, acélból készült tűzihorganyzott oszlopok minden igényt kielégítenek.



Helyes



Rossz

1-2. kép: Kúpos idomok (balra) és préselt csőcsatlakozás

1. ábra: Csatlakozások kialakítása



3. kép: Lemezről hajlított, hegesztett (balra) és sokszögben élhajlított oszloppalástok

Kialakításuk sokszor egyszerű csőszerkezet, a felhasználástól függően, hosszúságuk általában 4-12 méter között változik. Az oszloptörzs konstrukciója nincs szabványhoz kötve, célszerűség és szilárdsági jellemzők figyelembevételével változhat, illetve a gyártók saját termékpalettával rendelkeznek. Fő alapanyaguk általában 4 méter magasságig a kereskedelmi forgalomban beszerezhető egyszerű acélcső. E méret felett is alkalmaznak az acélkereskedelmi vállalatoknál kapható csövekből összeállított oszlopszerkezeteket, de itt a szilárdsági jellemzők figyelembevételével az oszlopok átmérője, anyagvastagsága változik, az alaplemeztől felfelé egy vagy több lépcsőben csökken. A szükséges anyagvastagságot és csőátmérőt a tényleges magasság és a terhelések figyelembevételével határozzák meg. A különböző csőátmérők összeépítésére kúpos idomokat,

szűkítőket (1. kép) alkalmaznak vagy a nagyobb cső átmérőjét prészszerzámmal a megfelelő méretre redukálva préselik (2. kép). A különböző átmérők érintkezési pontjainak, küszöbmentesnek kell lenniük, nem nyúlhatnak túl az elemek illesztési síkján (1. ábra).

Egyes típusokat lemezből hengerlik vagy élhajlítón hat-, vagy többszögű hajlítással alakítják ki a terhelésnek megfelelő szilárdságú kúpos csőszerű szerkezetet (3. kép). Mivel az időtállóság és korrózióvédelem fontos követelmény, a gyártott lámpaoszlopokat ma már az esztétikai megjelenés és tartósság figyelembevételével, kivétel nélkül tűzihorganyozzák (4. kép). A termék szerkezeti kialakítása, meg kell, hogy feleljen a felületvédelmi technológiának is.



4. kép: Tűzihorganyzott oszlopok

5. kép: Az oszlop talplemez nyílása teljesen kinyitja a belső teret

Az oszlopok rögzítéséhez talplemezt kell hegeszteni az oszloptörzsre, amelynek kialakítása a csatlakozási pontoknál, a már fent említett horganyozhatóság figyelembevételével kell elkészíteni.



6. kép: Kismértékű „küszöb” megszüntetése

7. kép: Függesztő furatok az oszlopvégeken elhelyezve

Az oszlop mindkét végén legyen teljesen nyitott, a felhegesztett alaplemezen a nyílás mérete a csatlakozó cső belső átmérőjével azonos méretű legyen (5. kép), nem lehetnek a folyadékáramlást akadályozó „küszöbök” (6. kép). A képen a kifolyást akadályozó „küszöb” kicsípéssel történő megszüntetése látható.



8. kép: Megerősített oszloptörzs sarokkivágásokkal



9. kép: Átlapolt felület technológiai furata

Az oszloptörzs felső végét tilos lezárni, oda általában lámpakarokat vagy egyéb szerelvényeket helyeznek. A horganyzás technológiája megköveteli a termék szakszerű felfüggesztését a szükséges kezelések elvégzéséhez. Az alsó pontokon a talplemez rögzítő furataiba lehet kötni, a felső végén a függesztéshez megfelelő méretű, jól pozícionált furatot kell elhelyeznie a gyártónak (7. kép). Az oszlopokon általában szerelőnyílást helyeznek el az elektromos rendszerek részére. Erre a nyílásra egy záróajtó kerül, ami szintén tűzihorganyzott és kialakítása feleljen meg a tűzihorganyzási technológiának. A szerelőnyílásnak a horganyzáshoz



10. kép: Egy-, és kétkarú lámpatartó konzolok már tűzihorganyzott állapotban

felfelé kell néznie, mert a záró ajtó felszerelését nem akadályozhatják horgany felvastagodások. Ennek érdekében a felső függesztő furatnak és a szerelő nyílás függőleges tengelyének egy vonalba kell esnie. Magasabb oszlopoknál a statikai követelmények megkövetelik az oszloptörzs alsó részének csőhüvelyes (átlapolásos) megerősítését a talplemezhez (8. kép). A műszaki megoldás a korrózióvédelem szempontjából előnytelen, a felületek között nem lesz horganybevonat, az átlapolásnál – a szétrobbanás elkerülése érdekében - technológiai nyílás szükséges az oszlop törzsre, ennek elhelyezése a folyadékáramlás érdekében hasonlóan pozícionált, az oszlop felfüggesztésekor az alsó ponton kell lennie (9. kép). A szilárdság további növelésére a nagyobb oszlopoknál, merevítő bordákat hegesztenek az alaplap és az oszlop találkozási pontjához, itt ne feledkezzünk meg a

technológiai kezelő folyadékok áramlását biztosító sarokkivágásokról sem (8. kép).

A lámpaoszlopokra felszerelt szerkezetek, lámpatartók, napelemtartók, vezeték feszítéséhez alkalmas horogtartók, szintén horganyzott kivitelben készülnek. Az egy vagy több ágú lámpatartó csőből készült egyszerű szerkezet, mindkét vége nyitott, a felkötéshez a végeken függesztő furatok vannak (10. kép) kialakítva. A csövek csatlakozási pontjánál a folyadékok áramlásának biztosításához, megfelelő méretű nyílást kell elhelyezni.

Ki kell emelnünk, hogy a minden elemében acélból készült lámpaoszlopok, képesek ellenállni az intenzív igénybevételnek, szélsőséges időjárásnak hosszú éveken át gond nélkül kiszolgálják a felhasználókat. Óriási előny a tűzihorganyzott felületvédelem, amely tartós megoldást kínál, hiszen így a beruházónak évtizedekig nem kell költeniük az utólagos javításra, korrózió elleni pótlólagos védelmére az elhasználandó, megsérült tartószerkezetek pótlására.

n-m

Speciális acélminőségek tűzihorganyozhatósága I.

Az acélszerkezeti, vagy darabáru tűzihorganyzás (EN ISO 1461) technológiájára, mint termodiffúziós módszerre jellemző, hogy az acélalapanyag többé-kevésbé, de aktívan „rész vesz” a horganybevonat kialakulásában, sőt részben be is épül a horganybevonatba. A nagyon vékony horganybevonatok esetében éppen úgy nagy szerepe van az acélanyag kémiai összetételének, mint a vastag és sűrű horganyrétegek kialakulásakor. A horganyfürdő jellemzőinek változtatásával részben lehet befolyásolni az acélanyag jelentette fő metallurgiai folyamatokat. A bevonatképződéshez szükséges, hogy az acélanyag és a horganyolvadék határfelülete kémiailag tiszta és aktív legyen, ellenkező esetben csak korlátozottak lesznek, vagy nem is alakulnak ki a bevonatképződés folyamatai. Például vasoxidos, vagy festékes acélfelületen nem alakul(hat) ki horganybevonat (11. kép).



11. kép: Festékes felület következménye

Ennek az oka, hogy az acélszerkezet érintett felületrészén maradt felületi szennyeződések (elégett festékek, el nem távolított rozsa stb.) megakadályozzák a horgany, valamint a vas közötti metallurgiai folyamatokat.

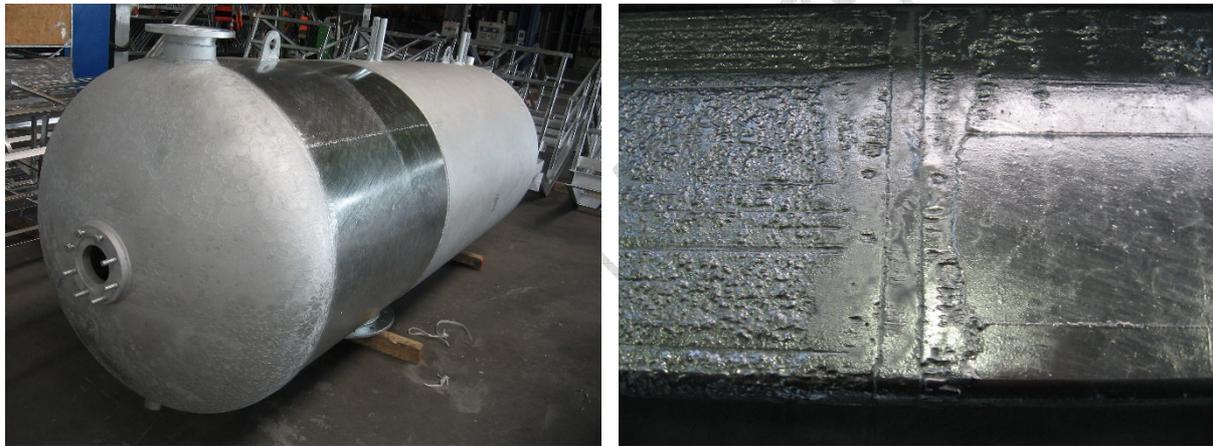
Az ilyen maradványok származhatnak az acélszerkezet gyártási folyamatából, de magának az acélanyagnak a kémiai összetétele is akadályt jelenthet a bevonatképződésnél. Az alábbiakban néhány ismertebb acélminőségnél

igyekszünk bemutatni az adott acélféleség tűzihorganyozhatóságát, valamint a rajtuk képződő horganyrétegek fontosabb jellemzőit.

Alapszabálynak tekinthetjük, amennyiben nem ismerjük a horganyoztatni kívánt acélszerkezet acélminőségét és a horganybevonat külleme, vagy vastagsága speciális követelményeket kell, hogy kielégítsen, célszerű egy kis tételen ún. *próbahorganyzást* végeztetni.

Egymástól jelentősen eltérő acélminőségek

Korábbi lapszámainkban már részletesen foglalkoztunk az egymástól eltérő acélminőségek miatti bevonatjellemzőkkel és okaikkal. Itt azonban meg kell említenünk, amennyiben egymástól – tűzihorganyozhatóság szempontjából – lényegesen eltérő acélminőségű elemeket építenek össze, akkor számolni kell a horganyrétegek eltéréseivel. A „minőség” fogalma kiterjed az acél kémiai összetételére, de felületi állapotára, simaságára is (12-13. képek). Az acélfelületek gyártási hibáitól most el is tekintünk.



12-13. kép: Egymástól jelentősen eltérő acélminőségek horganybevonatai

Alumíniummal ötvözött acélok

Már hosszú évtizedek óta használt acélglyártási technika az alumíniummal dezoxidált acélok előállítása. Szakmai körökben jólismert, hogy a magasabb ($Si > 0,30\%$), vagy kritikus ($0,03 \leq Si (\%) < 0,14$) szilícium-tartalmú acélokon túl vastag, gazdaságtalan horganyrétegek alakulnak ki. Ennek megelőzésére az Al-ot, mint dezoxidálószer használják az acélglyártásánál. Az így előállított acélok tömegacélnak számítanak, melyet tűzihorganyzáshoz ajánlanak. Azonban bizonyos alumínium-tartalom felett ($Al > 0,035\%$) és egyidejűleg $Si \leq 0,01\%$ tartalom alatt az acélfelületen túl vékony, esetleg fekete foltos, horganyhiányos bevonatok jönnek létre, továbbá a tapadása is leromlik. A jelenség hátterében az áll, hogy a horganyfürdőkben ötvözőként egyébként is használt Al-mal együtt bevonatképződéskor a szükségesnél több alumínium van jelen a reakcióterben, ezért túl vékony, vagy hiányos lesz a horganyréteg. Acélsanyag megrendelésénél az MSZ EN ISO 14713-2, vagy MSZ EN 10025-2, 7.4.3 táblázatai

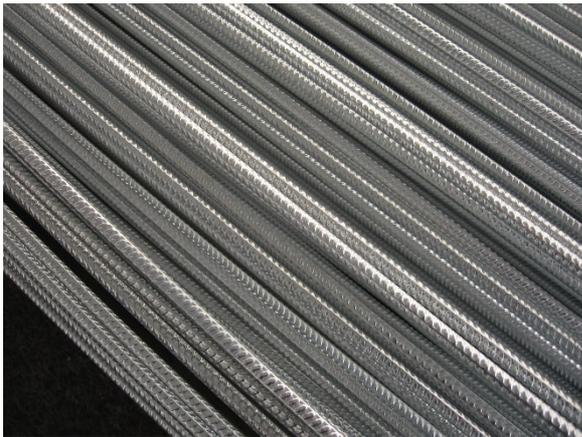
figyelembevétele mellett javasoljuk a fentieket is megkövetelni. Az ilyen igényeknek az acélkereskedelem eleget tud tenni.

Nemesacélok (Cr-Ni acélok)

Először is azonnal felvetődik a kérdés, hogy miért lenne szükség tűzihorganyozni ezeket az acélféleségeket? Azért rozsdamentesek, mert – szokásos légköri igénybevételnél - a króm és nikkelt ötvözőik hatására a felületükön képződő rendkívül tömör, korrozív hatásoknak ellenálló oxidréteg (nemesrozsda) megakadályozza az acél további korrózióját. A gyakorlatban időnként előfordul, hogy ilyen elemet kell tűzihorganyozni (pl. összehegesztett szerkezetrészek). A tűzihorganyzás – megfelelő felülelőkészítés, a tömör felületi oxidréteg teljes eltávolítás után – végrehajtható, azonban a képződő bevonat vastagsága, külleme eltérhet a többi termékétől.

Az utóbbi évtized vizsgálatai alapján azonban kijelenthető, hogy a horganyzástechnológia következtében az ilyen acélok mechanikai tulajdonságai romolhatnak (ütőmunka csökken), ezért nem ajánlott a rozsdamentes acélból gyártott tartószerkezeti elemek tűzihorganyzása.

Példaként hozható fel az érvényes németországi tiltó szabályozás (DIBt (Deutschen Instituts für Bautechnik) - Z-30.3-6:2018).



14-15. kép: Tűzihorganyzott betonacélok

Betonacélok

Már hosszú évtizedek óta végzik a betonacélok tűzihorganyzását. Az ilyen betonacéllal készített vasbeton szerkezetnek számos előnye van, mely a tűzihorganyzott betonacél hosszabb élettartamával függ össze. A témáról korábban már bővebben foglalkoztunk (**V. évf. 1. szám**). Németországban 1981 óta engedélyezik a betonacélok tűzihorganyzását (DIBt Berlin; Z-1.4-165), hazánkban eseti jelleggel jelennek meg kisebb-nagyobb tételek a tűzihorganyzóknál (14-15. kép).

Folyóiratunk 2025 decemberi számában a mangánacélok, automataacélok, nagyszilárdságú acélok és az időjárásálló acélok tűzihorganyozhatóságával kívánunk foglalkozni.

a-á

Zártszelvények, csövek belső felületének horganybevonatai

Az acélszerkezetek korrózióvédelménél elvárt követelmény általában a teljes felületre kiterjedő védelem. Acélszerkezeti tűzihorganyzásnál a hosszú, karbantartásmentes élettartam - csőszerű szerkezeteknél – legtöbbször csak a szerkezeti elemek külső és belső felületeinek a védelmével garantálható. Ezt sem a hagyományos festés, sem pedig a galvanizálás nem tudja biztosítani, csak a tűzihorganyzás.

A tűzihorganyzási technológia sajátossága révén a bevonat kialakulását nem befolyásolja a szerkezeten belül a bevonandó felület horganyzás közbeni elhelyezkedése. A fémtiszta felületen a 200 °C-ra történő felmelegedést követően a termodiffúzió megkezdődik. Elkezd kialakulni a horganybevonat, a felületből kidiffundáló vas atomok helyére cink atomok épülnek be. A horganybevonat (ötvözetréteg vastagság) növekedése a szerkezet horganyfürdőből történő kiemelésig tart (bár bizonyos esetekben már a horganyfürdőben is gyakorlatilag szinte leállhat). Majd erre rakódik kiemeléskor a tiszta horganyfázis. A horganybevonat szerkezetének az átalakulása, az ötvözet rétegek változása azonban csak a 200 °C alá történő lehűléssel ér véget, a termodiffúziós folyamat ezen a hőmérsékleten áll le.



Termék	Lv (mm)		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1. Ø 510	10	Belső	208	192	194	200	206	194	202	192	186	222
		Külső	156	172	208	162	188	184	192	208	194	180
			11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
			208	194	198	188	196	204	200	212	196	198
			204	184	198	166	196	202	194	158	178	186
Max.	Min.	Szórás	Átlag	Max eltér.	Min eltér.	Szórás eltér	Átlag eltér					
222	186	8,7	199,5	14	30	-7,4	14					
208	156	16,1	185,5				7,0%					

16-17. kép: Ø510 mm-es cső és mért bevonatai (20 mért pont)

A tűzihorganyzás ezen tulajdonsága adja az egyik legnagyobb előnyét a többi bevonattípussal szemben. Közel teljesen megegyező rétegvastagságot mérhetünk a szerkezetnek ugyanazon a

helyén kívül és belül. Egy adott kémiai összetételű acélszerkezeten belül a rétegvastagság különbséget – a horganyzási idő mellett - a felület horganyzás közbeni pozíciója fogja meghatározni, azaz a horganyfürdőből történő kiemeléskor vízszintes, vagy függőleges közeli-e a felület helyzete. Ezt a tényt az alábbi mérési sorozatok is alátámasztják. Látható, hogy az átlagos rétegvastagsági eltérések 10 %-on belül vannak minden terméktípus esetén (16 - 19. képek).



Termék	Lv (mm)		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2. 150x100	3	Belső	58	66	58	62	60	60	60	60	58	62
		Külső	60	58	60	60	70	58	58	66	60	86
			11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
			60	64	64	66	64	64	62	62	62	62
			78	98	90	72	64	56	60	62	62	58
Max.	Min.	Szórás	Átlag	Max eltér.	Min eltér.	Szórás eltér	Átlag eltér					
66	58	2,5	60,4	-20	0	-6,3	-3,2					
86	58	8,8	63,6				-5,3%					

Termék	Lv (mm)		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
3. 120x120	3	Belső	62	62	62	68	56	68	66	74	60	66
		Külső	56	58	66	54	58	58	62	82	56	58
			11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
			68	80	78	68	74	60	64	64	66	62
			60	58	60	64	62	58	56	56	60	60
Max.	Min.	Szórás	Átlag	Max eltér.	Min eltér.	Szórás eltér	Átlag eltér					
74	56	5,1	64,4	-8	2	-3,1	3,6					
82	54	8,2	60,8				5,6%					

18-19. képek: Nagyméretű zártszelvények mért bevonatai (20-20 mért pont)

A jóminőségű és hosszútávon megbízhatóan védő bevonat elkészítésének vannak betartandó követelményei, de buktatói is. Ez utóbbiak leggyakrabban a következők:

- A zártszelvények, csövek belsejében esetleg megmaradó savas kémhatású, technológiai folyósítószerből (flux sóból) keletkező salak. Ezt okozhatja például a központos, nem teljes keresztmetszetű, vagy nem megfelelő pozíciójú a technológiai nyílás, vagy az elemek gyártásánál az el nem távolított vágási maradvány, sorja. A salak részben, vagy teljesen megakadályozhatja a megfelelő bevonat kialakulását. A bent maradó salak a nedvesség hatására idővel károsítani fogja a kialakult, jó bevonatot is, ami korróziós gócot fog eredményezni.
- Hosszvarratos profilok esetében gyakori hiba, hogy a profilgyártás során, valamilyen műszaki hiba miatt nem lesz tökéletes a profil hosszvarrata. Ha a belső felületen, a gyökoldalon nem megfelelő a hegesztési varrat folytonossága, akkor marad egy vékony, szűk rés a varratgyök vonalában. A résbe az előkezelő folyadékok a kapilláris elv miatt beszivárognak, de a horgany a viszkozitása miatt már nem képes rá. Ezeken a helyeken nem csak a felületek között nem lesz bevonat, de a vékony réseket sem hidalja át, nem zárja le a bevonat. Ez szintén egy korróziós gócot fog eredményezni.



20. kép: Átlapolat felület kialakításának hibája

Ehhez hasonló hibát eredményez, amikor az alkatrészek összeállítása előtt kivágják a csatlakozó elem helyét az acélanyságon, de csak kívülről, egy oldalról hegesztik meg, zárják le a „lapolt” felületet (20. kép).

Ezek a problémák azonban körültekintő tervezéssel, szakszerű gyártással elkerülhetők. A jól kivitelezett, előírások szerint elkészített horgany bevonattal hosszú évtizedeken át meg tudjuk védeni karbantartás mentesen a termékeinket a korróziós hatásoktól. Nem fog

olyan meglepetés érni minket, hogy nem látható módon, belülről, hirtelen tönkre megy a termékünk. A teljeskörű, külső-belső védelemmel elkerülhetjük a jelentős kárral járó szerkezeti tönkremeneteleket, melyre csak a tűzihorganyzás ad lehetőséget a számunkra.

i-m

A tűzhorganyzás sok évtizedre karbantartásmentes védelmet nyújt az acélszerkezeteknek

Térvilágító acélszerkezetek oszlopai gyakran készülnek zártszelvényes acélszerkezetekből. A tűzhorganyzás egyik sajátos jellemzője, hogy zártszelvényes szerkezetnél belül is azonos vastagságú horganyréteg kerül a vasfelületre. Ennek következtében az acélszerkezet teljes felülete egy kompakt, tömör védelmet nyer.



Épülő stadion tűzhorganyzott térvilágító oszlopokkal



Frissen tűzhorganyzott térvilágító oszlopok egy helyes csomagolási módja



A korábban festett kandeláberek bevonatának felújítása költségigényes, sokszor lassú munka



Tűzhorganyzott zártszelvények kívül-belül azonos értékű védelmet kapnak

A horganyár alakulása 2025.03. - 2025.08. hónapokban

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

