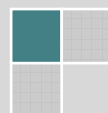


2024.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – XII. évfolyam, 2. szám



Tisztelt Olvasóink!

Azok a szakemberek, akik részletesebben tanulmányozták az elmúlt évben magyar nyelven is megjelent MSZ EN ISO 1461:2023 szabványt, annak 6.5. fejezetében a korábbi verziókhöz nem szereplő, ugyanakkor lényeges megállapításokkal is találkozhattak. Ugyanis az acélszerkezetgyártásnál az utóbbi évtizedekben felhasznált acéloknál az alumíniumnak, mint dezoxidáló hatású ötvözőnek egyre fontosabb szerepe lett. Az acélban való jelenléte jelentősen is befolyásolhatja a képződő horganybevonatok minőségét és egyúttal javítja az acél mechanikai tulajdonságait. Ugyanakkor tűzihorganyzásnál nem mindig kedvező az acélban meglévő nagyobb koncentrációja.

Az apró termékek (kötőelemek, fittingek, összekötő idomok, rögzítők, stb.) tűzihorganyzása egy centrifugával kiegészített technológiai soron történik. A technikai kiegészítés miatt rájuk a hagyományos tűzi-mártó eljárással bevont acélszerkezetektől eltérő bevonatvastagsági előírások vonatkoznak. Kötőelemek esetében szigorú szabályozás van szilárdsági tulajdonságaik megtartása érdekében.

Jelen lapszámunkban általunk fontosnak ítélt, ugyanakkor kevesebb hangsúlyt kapó témakörökkel igyekeztünk információkat szolgáltatni olvasóink részére.

A szerkesztőség kellemes nyári időtöltést kíván valamennyi kedves Olvasónknak!

2024. június 30.

Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Szakmai Bizottsága

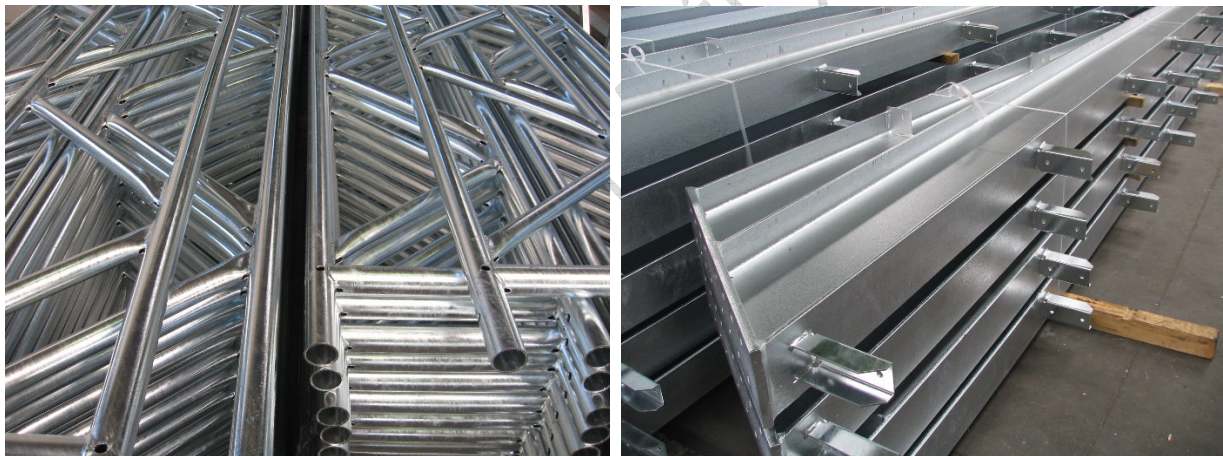
FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkat a kiadó nem vállal semmiféle felelősséget. A folyóiratban közölt cikkek, fényképek és ábrák más kiadványban, nyomtatott és elektronikus 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: Fényes, gazdaságok tűzihorganyzott termékek

Az acél alumínium-tartalmának befolyása a horganybevonat képződésére

Általános szakmai elvek szerint, az alumíniumot a horganyfürdőbe korlátozott mennyiségben adagolva vékonyabbá és tetszetősebbé teszi a horganybevonatokat. Az *acélban levő alumínium* (Al) ott fontos acélötvöző, de bizonyos koncentráció felett akár negatív hatással is lehet a vafelületen képződő horganyrétegre. A MSZ EN ISO 1461:2023 szabvány egyik fontosabb változása, hogy nagyobb figyelmet fordított az acélminőségek változására. Mivel az acélgártás technológiája, így az acélok típusainál is folyamatosan változások vannak, időről-időre új szerkezeti acél típusok jelennek meg. Ezek a szakmai újítások a rajtuk képződő horganybevonat minőségében is megmutatkozhatnak. Aktuális példa az elmúlt évtizedekben széles körben elterjedt, magasabb alumínium-tartalmú acélok tűzihorganyozhatóságának kérdése, horganyrétegek tulajdonságai. Az alumíniummal dezoxidált acélok felületén ($Si+2,5P \leq 0,03\%$) általában tükrösen fényes és sokszor igen vékony, sima horganyrétegek képződnek. Egyes esetekben ezek vastagsága a szabványelőírás közelében van, vagy az alatti értéket is felvehet.



1-2. kép: Alumíniummal dezoxidált (csillapított) acélok fényes-csillogó horganybevonatai

Az alumínium (Al) az acélban

Az Al-nak az oxigénhez való nagy, a vashoz képest is erősebb kémiai affinitása miatt segíti az acélgártás során az acélban maradt káros oxigén-gáz eltávolítását, jó dezoxidáló szer. A folyamat során keletkező alumínium-oxid finomszemcséssé teszi az acélt, amely kedvező mechanikai tulajdonságokat biztosít. Ugyanakkor a nitrogénhez való erős vegyrokonsága miatt – a szabad nitrogén megkötésével - tovább javítja az acél mechanikai tulajdonságait, mivel a Ni-t megkötve alumínium-nitridet (AlN) képez. Azt már hosszú évtizedek óta tudjuk, hogy az alumíniumot (Al) a szilícium (Si) mellett alkalmazva, mint dezoxidálószer, jelentősen javítja a horganybevonatok tulajdonságait, a horganyréteg fényesebb és gazdaságosabb lesz tőle. Az acélokban használatos Al mennyisége 0,02-0,06 %. A tartomány már elég széles ahhoz, hogy erős hatással legyen a horganybevonat képződésére is.

Az acélban levő alumínium szerepe a horganybevonat képződésekor

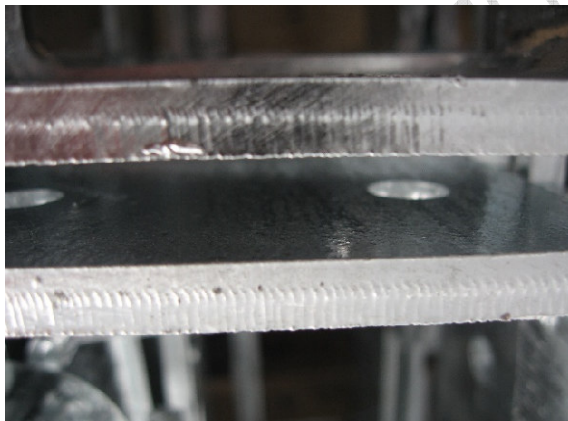
Az alumínium kedvező hatása abban nyilvánul meg, hogy a horganyfürdőben a vasfelületen egy vas-alumínium vegyületet képez, amely rövidebb-hosszabb ideig fennmarad és fékezi a horganyréteg képződését, a termodiffúziót. Ezáltal a horganybevonat vékonyabb, gazdaságosabb és tetszetősebb lesz (1-2. képek). Amennyiben ebbe a „reakciótérbe” nagyobb mennyiségben kerül be alumínium, a fenti gátló hatás megerősödik, a vasfelületen nagyon vékony bevonatok is létrejöhetnek. Ilyen hatás amikor az acél Al-tartalma az acélszerkezet felületéről a horganyfürdőben szükségszerűen leoldódó vas mellett, mint vasötvöző is bekerül a reakciótérbe, ahol a horganyötvőzés miatt már egyébként is jelen van az alumínium horganyötvöző. Ezzel a vasfelület közelében megnő az Al mennyisége, erősítve horganybevonat képződését lassító hatást, melynél az idő tényezőnek nagy jelentősége van.

A szabvány előírásai

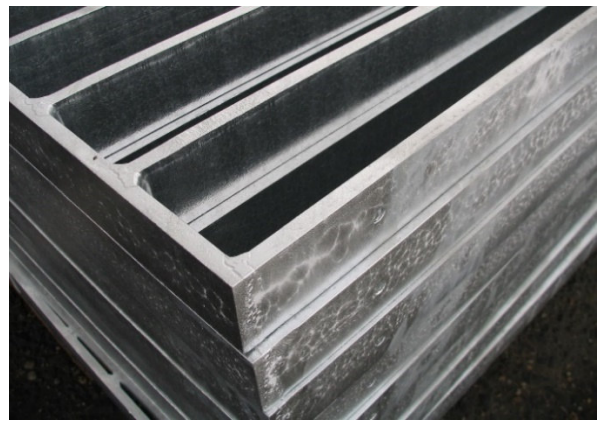
Az MSZ EN ISO 1461:2023 szabvány 6.5. pontja elegendő részletesen tárgyalja az alacsony reaktivitású acélokon képződő, kisvastagságú horganyrétegek kérdését.

Megjegyzés: az acélok „reaktivitása” tűzihorganyozhatóság szempontjából olyan tulajdonságot takar, mely az adott acélminőségen kialakuló horganybevonat képződési sebességére utal.

A szabvány szerint, az acél bizonyos ötvözőtartalma mellett ($Si \leq 0,01\%$ és $Al \geq 0,035\%$), 3 mm-nél vastagabb acélanyagokon az előírtnál vékonyabb horganyrétegek is képződhetnek, elfogadhatóak. Bizonyos acéloknál az acélanyag vastagságától függetlenül is kialakulhatnak túl vékony bevonatok. A fentiek az ultra alacsony reaktivitású acélokra jellemzők.



3. kép: Túl vékony bevonat az éleken



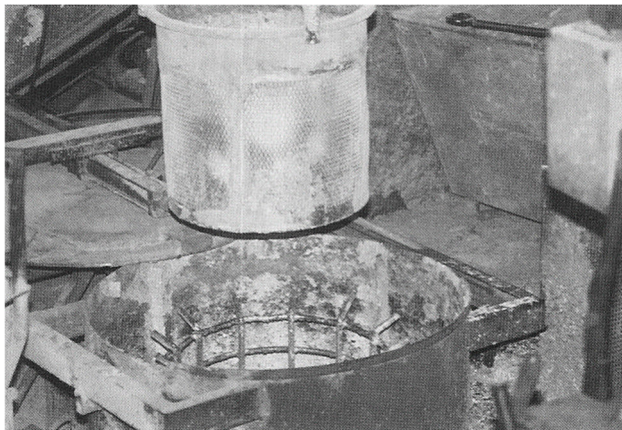
4. kép: Simítóköszörüléssel megmunkált élek

Mivel a tűzihorganyzóknak ilyenkor már nincs reális lehetősége hatásos technológiai korrekcióra, ezért a szabvány ezekben az esetekben kivételt tesz. Így ilyen acéloknál megengedi az előírtnál vékonyabb horganyrétegek elfogadását bizonyos dokumentációs feltételek mellett. Különös tekintettel kell lenni még a termikusan vágott (főleg plazma és lézervágott) felületekre, melyek további kockázatot jelentenek. Ez utóbbi eliminálható, ha a vágott felületeket simítóköszörüléssel kezelik.

a-á

Minőségi követelmények és minősítés centrifugált apró termékeknél

A tűzhorganyzás centrifugás technológiával, egy korrózióvédelmi eljárás, ami az egyik legellenállóbb bevonatot biztosítja az acél felületére. Darabáru tűzhorganyzás terminológiájában a kisebb méretű termékek horgannyal történő bevonásának folyamatát tűzi-centrifugál-horganyzásnak nevezzük. Centrifugál-horganyzás technológiája, bevonatképződést tekintve megegyezik a tűzi-mártó darabáru horganyozással (EN ISO 1461), csak itt a horganyolvadékból kiemelést követően a munkadarab felületeken levő horganytöbbletet nem a kiemelés sebességének szabályozásával, és/vagy vibrálás (rázás) segítségével, hanem egy centrifuga berendezéssel távolítják el (5. kép). Az olvadt fémet (tiszta cinket) centrifugális erőhatás által, gép segítségével lerepítik az acélon levő horganyvas ötvözetréteg felületéről. Centrifugál horganyozásra szánt darabok méreteit és formájukat tekintve általában 200 mm-nél rövidebb hosszúságú, kisméretű alakos termékek, melyek lehetnek pl.: lemezek, fittingek, csavarok, kötőelemek stb. A termékek jellemzően perforált ládákban érkeznek a tűzhorganyzó üzembe (6. kép), ömlesztve, egyszerre akár több százezer darab mennyiségben is lehetnek.



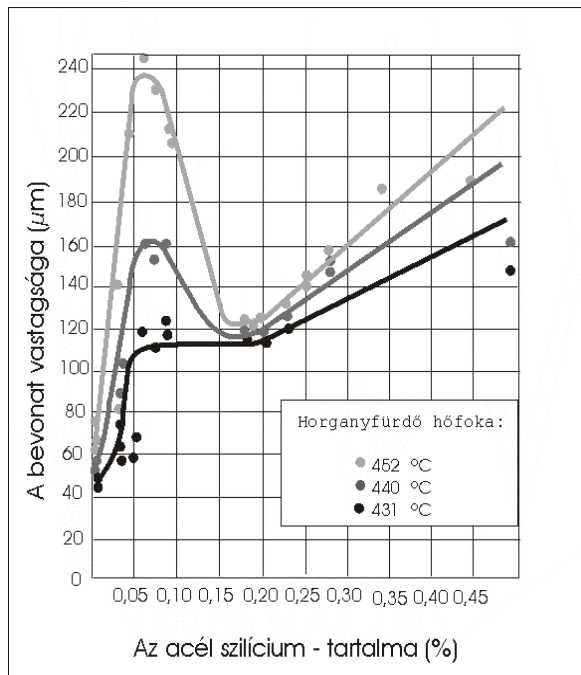
5. kép: Centrifuga kosár behelyezése forgotáshoz



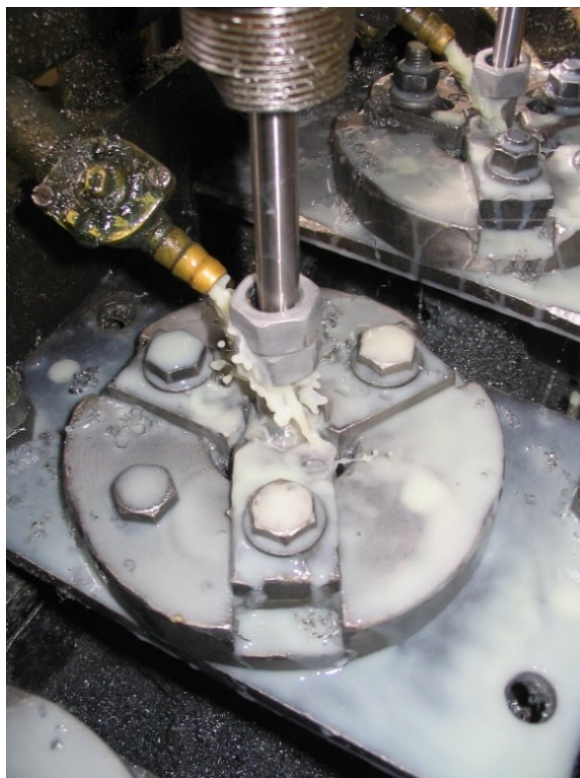
6. kép: Stancolt kábelrögzítő bilincsek tűzhorganyzás előtt

Technológiai eljárás részletes ismertetése a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége honlapján (www.hhga.hu), az online szakfolyóiratok 2019 júniusi számában megtalálható. Acélminőségre vonatkozó előírások, - kivéve csavarok, - megegyeznek a tűzi-mártó horganyzásnál alkalmazott Si (szilícium) és P (foszfor) tartalomra vonatkozó előírásokkal (1. ábra).

A tűzhorganyzott, M8-M64 méretű kötőelemek anyagára, gyártási folyamatára, valamint méret-, és teljesítménykövetelményeire az MSZ EN ISO 10684:2005 szabvány ad útmutatást. Ez a szabvány az előkezelési és a horganyzási folyamatokhoz olyan tudnivalókat közöl, amelyek minimalizálják a horganyzott darabok későbbi ridegtörésének kockázatát. Fontos megjegyeznünk, hogy a 10.9-es szilárdsági osztályú csavaroknál szükség van olyan további szigorított előírásokra, amelyek a német Horganyzási Közösségi Választmány bejegyzett



1. ábra: A Sandelin-hatás



7. kép: A menetek fúrása a már tűzihorganyzott anyacsavarba történik

egyesület (GAV) és a Német Csavarszövetség bejegyzett egyesület (DSV) egyik műszaki irányelvében szerepelnek.

M24 menetátmérő felett már csak normál hőmérsékletű (450 °C horganyzó fürdő hőfok) horganyzási eljárást szabad alkalmazni. A csavarok/anyák szilárdsági osztálya 4.6/4; 5.6/5; 8.8/8; 10.9/10 lehet. A felhasznált cink összetételére az MSZ EN ISO 1461 szabvány előírásai vonatkoznak. A tűzihorganyzásra az ISO 898-1, és ISO 898-2 szabványok szerinti kémiai összetételű kötőelemek alkalmasak.

Amennyiben a foszfor és a szilícium együttes koncentrációja 0,03-0,13% közé esik (Sandelin-hatás), a horganyzást magasabb

(530-560°C) hőmérsékleten ajánlott végezni. A hidrogén okozta csavaranyag ridegedés (felkeményedés) veszélye miatt, ha a mag-, vagy felületi keménység $\geq 320\text{HV}$, a kötőelemeket a tűzihorganyzást megelőzően a gyártónak feszültség mentesítenie kell. A mikro-repedések elkerülése érdekében a 10.9-es szilárdsági osztályú, M27-es vagy annál nagyobb méretű csavarokat és anyákat nem szabad magas (480-530°C) hőmérsékleten horganyozni. A tűzihorganyzásra kerülő kötőelemek meneteinek méretezésekor, azért, hogy a csavar /anya menetpárosítás a tűzihorganyzást követően is működőképes legyen, figyelembe kell venni, hogy a tűzihorgany bevonattal a csavarorsó átmérője megváltozik. Annak érdekében, hogy csökkentsük a tűzihorganyzott menetek megakadásának esélyét az összeszerelés során, a párosítandó kötőelemek

bevonatvastagsága nem haladhatja meg a menetek közötti minimális távolság $\frac{1}{4}$ -ét. A bevonat vastagság értékeket kötőelemekre az MSZ EN ISO 10684:2005 szabvány tartalmazza (1. táblázat), egyéb termékekre az MSZ EN ISO 1461:2023 (2. táblázat). Két alapvető eljárás létezik arra, hogy a tűzihorganyzott kötőelemek az előírt méreteknek megfeleljenek.

Méretek és tűrések a tűzihorganyzott csavarokra vonatkoztatva

Csavar- menet méret	Menet- emelkedés P	Névleges átmérő, d			Középátmérő, d ₂			Magátmérő, d ₃		
		Maximális tűrésosztály 8 és 6	Minimális tűrésosztály		Maximális tűrésosztály 8 és 6	Minimális tűrésosztály		Maximális tűrésosztály 8 és 6	Minimális tűrésosztály	
			8	6		8	6		8	6
M6	1	5,710	5,430	5,530	5,060	4,880	4,948	4,483	4,264	4,332
M8	1,25	7,705	7,370	7,493	6,893	6,703	6,775	6,171	5,933	6,005
M10	1,5	9,700	9,325	9,464	8,726	8,514	8,594	7,860	7,590	7,670
M12	1,75	11,690	11,265	11,425	10,553	10,317	10,403	9,543	9,240	9,326
M14	2	13,685	13,235	13,405	12,386	12,136	12,226	11,231	10,904	10,994
M16	2	15,685	15,235	15,405	14,386	14,136	14,226	13,231	12,904	12,994
M18	2,5	17,675	17,145	17,340	16,051	15,786	15,881	14,608	14,247	14,342
M20	2,5	19,675	19,145	19,340	18,051	17,786	17,881	16,608	16,247	16,342
M22	2,5	21,675	21,145	21,340	20,051	19,786	19,881	18,608	18,247	18,342
M24	3	23,665	23,065	23,290	21,716	21,401	21,516	19,984	19,553	19,668
M27	3	26,665	26,065	26,290	24,716	24,401	24,516	22,984	22,553	22,668
M30	3,5	29,665	28,985	29,230	27,382	27,047	27,170	25,361	24,891	25,014
M33	3,5	32,665	31,985	32,230	30,382	30,047	30,170	28,361	27,891	28,014
M36	4	35,645	34,895	35,170	33,047	32,692	32,823	30,738	30,229	30,360

1. táblázat: Méretek és tűrések csavarokra vonatkoztatva (MSZ EN ISO 10684:2005)

Csak az orsó középátmérőjét tolják el a bevonat vastagságának megfelelő mérettel (alávágjuk), az anya tűrésmezője nem változik.

A termék és annak vastagsága	Helyi rétegvastagság (minimum) mm	A bevonat helyi tömege (minimum) g/m ²	Átlagos rétegvastagság (minimum) mm	A bevonat átlagos tömege (minimum) g/m ²
Menetes termékek: átmérő > 6 mm	40	285	50	360
átmérő ≤ 6 mm	20	145	25	180
Más termékek (az öntvényeket is beleértve): ≥ 3 mm	45	325	55	395
< 3 mm	35	250	45	325

2. táblázat: Kivonat a 4. táblázatból (MSZ EN ISO 1461:2023), centrifugált termékek

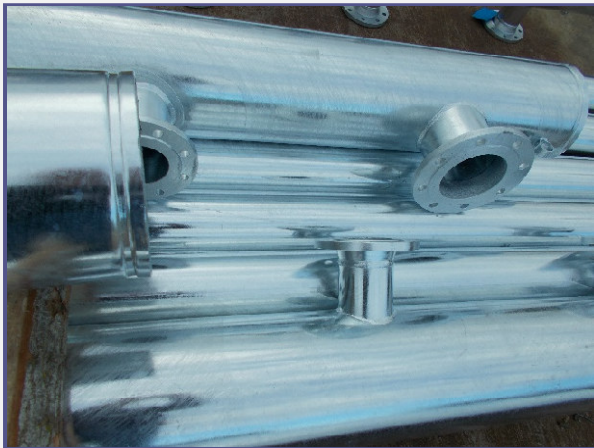
Csak az anya középátmérőjét tolják el (fölé fúrjuk) és az orsó méretét nem változtatják meg. A metrikus menetekre vonatkozó, tűzihorganyzás előtti és utáni mérethatárokat az ISO 965-1-től ISO 965-5-ig szabványok részletezik. Az anyamenetekből, vagy más belső menetekből centrifugálással nem lehet eltávolítani a horganyt, ezért azok fúrására a horganyzás után kerül sor (7. kép). Az újrafúrás nem megengedett. Az anyacsavar meneteinek korrózióvédelmét – a belső horganybevonat hiányában - a csavarorsón levő horganybevonat katódos védőhatása megfelelően biztosítja.

Felhasznált irodalom:

Tűzihorganyzott acélszerkezetek online szakfolyóirat VII. évfolyam, 2. szám
Tűzihorganyzott acélszerkezetek online szakfolyóirat IV. évfolyam, 3. szám

Tűzhorganyzással védett acélszerkezetekhez tűzhorganyzott kötőelemek alkalmazása javasolt

Napjainkban szokásosan használt acélminőségek az alumínium-tartalmú acélok, melyek felületén fényes, sima és gazdaságos-vékony horganyrétegek képződnek. A ritkán túl vékony bevonatokhoz a szabvány útmutatást ad. Tűzhorganyzott kötőelemek bevonatai jól illeszkednek a tűzhorganyzott acélszerkezet védelmi képességéhez.



Alumíniummal dezoxidált acélból gyártott acélszerkezetek fényes horganybevonatai



Tűzhorganyzott, centrifugált kötőelemek bevonataira jellemző a világosabb, vagy sötétebb matt szürke szín



Nem tűzhorganyzott kötőelemek előrehaladott korróziója tűzhorganyzott acélszerkezeten



Tűzhorganyzott kivitelű (EN ISO 10684) csavaranyák megjelenése eltér a galvanizált csavarokétól

A horganyár alakulása 2023.12. - 2024.05. hónapokban

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

