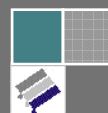


2014.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – II. évfolyam, 5. szám



Tisztelt Olvasóink!

Az acélszerkezetek hegesztése nélkülözhetetlen gyártási technológia, így a tűzihorganyzóba kerülő termékek döntő többsége hegesztett kivitelű. Tapasztalatok alapján a hegesztések kivitelezésének minősége erősen változó. Vannak professzionális, a technológiát követő és alkalmazó vállalatok, akik tökéletes hegesztési technikákkal rendelkeznek és minden esetben kiváló minőségű horganyzott terméket kapnak vissza, míg mások utólag keverednek vitába horganyzójukkal, ha meglátják a hibás bevonatokat.

„A jó minőségű korrózióvédelem a tervezőasztalon kezdődik”. Szokták mondani a korróziós szakemberek. Mi kicsit megváltoztatjuk, miszerint „A jó minőségű TŰZIHORGANYZÁS a tervezőasztalon kezdődik”. Ezúton is felhívjuk tehát a tervezők figyelmét a tűzihorganyzás kívánta, egyszerű technológiai elvek betartására. Amit a tervezőasztalon nem terveztek meg, azt a gyártásnál legtöbbször már szinte lehetetlen, vagy nehéz korrigálni, a horganyzó üzem lehetőségeiről már nem is beszélve.

A horganybevonat egyfajta indikátorként megmutatja, ha nem megfelelő minőségű a horganybevonat, vagy az acélalapanyag. Ugyanakkor a szerkezet méreteinek, konstrukciójának helyes megválasztása alapvetően befolyásolja az acélszerkezet minőségét, felhasználhatóságát. A tervezőknek és gyártóknak vannak a legkomolyabb eszközei arra, hogy befolyásolják a kialakuló horganyrétegek minőségét és vastagságát, egyúttal saját egységköltségeiket.

Különösen fontosnak tarjuk felhívni Olvasóink figyelmét a nagyméretű acélszerkezetek bevonásának körülményeire és, hogy miképpen lehet emelni az ilyen acélszerkezetek minőségi színvonalát, javítani gazdaságosságukat.

A fentiekre való tekintettel ajánljuk mostani lapszámunkat valamennyi érdeklődő szakember figyelmébe.

2014. november 20.

Magyar Tűzihorganyzók Szervezete

Szakmai Bizottsága

FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkért 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 Szervezete írásos engedélyével történhet.

Tűzhorganyzásra kerülő acélszerkezetek hegesztése

A hegesztési eljárások a korszerű acélszerkezetek gyártásánál nélkülözhetetlenek. Közismert, hogy a technológiától és végrehajtási körülményeitől függően, különböző mértékű hegesztési feszültségek indukálódnak az acélszerkezet anyagában. Ezért minél több hegesztés van egy szerkezeti elemen, annál nagyobb gondot kell fordítani a hegesztési jellemzők helyes megválasztására. Ugyanakkor a tűzhorganyzás nem tudja eltüntetni a hegesztés hibáit, így salakos, hiányos varratok még jobban láthatók lesznek, sőt korróziós gócok kialakulása is várható.

A hegesztőanyag kiválasztása

A hegesztési varratok jelentik a kötőanyagot az acélszerkezeti elem egyes részei között, így a felhasználás során nagy igénybevételeknek vannak kitéve. Ezért a szerkezet alapanyagához megfelelő, szilárdságilag alkalmas hegesztő huzalok helyes kiválasztása a legfontosabb szempont. Am számos esetben adódik, hogy a tűzhorganyzásra kerülő munkadarabbal szemben támasztott más követelményeket (pl. esztétikai megjelenés) is szem előtt kell tartani. Ilyenkor az acélalapanyag kiválasztásánál korábbi lapszámunkban már tárgyalt szempontokat javasoljuk figyelembe venni, optimális esetben nemcsak a szerkezet egyes részei, hanem a hegesztési varratok is egységes, fényes képet mutatnak (1- 2. ábra).



1. ábra: Szürke hegesztési varrat



2. ábra: Fényes hegesztési varrat

Ennek megfelelően kell kiválasztani a hegesztő huzalokat. A termék alapanyagának kémiai összetételét (Si és P tartalmát) egyeztetni kell a huzal kémiai összetételével, hogy azonos, vagy közel azonos legyen a teljes szerkezet színezete.

Leggyakoribb hegesztési hibák és következményeik

Általánosságban elmondható, hogy bevonatos elektródák alkalmazása csak nagy hegesztési szaktudás esetén vezet salakmentes felületekhez, ezért inkább védőgázos hegesztés felhasználása javasolt. A festéssel ellentétben a tűzhorganyzás nem fedi el a hegesztett kapcsolatok esetleges hibáit, hanem akár fel is hívhatja rá a figyelmet. Így az acélszerkezetek gyártói szinte rá vannak kényszerítve, hogy jó minőségű hegesztéseket készítsenek, amennyiben kiváló acélszerkezeteket szeretnének gyártani. A horganyzás után látható jelenségek szembetűnőek és jól láthatók a vétett technológiai hibák (3-4. ábrák).



3. **ábra:** Salakos sarokvarrat



4. **ábra:** Le nem zárt hegesztés egy korróziós góc

Általános szabályok a hegesztési tervek készítéséhez:

- A lehető legkisebb varraterősségeket kell használni (kisebb deformációs kockázat).
- Előnyben kell részesíteni a tompa illesztéseket (könnyebb varratképzés).
- Bonyolult szerkezeteknél a hegesztést mindig belülről kifelé haladva kell végezni.
- Védőgázos hegesztésnél salakok ne képződjenek (horganyhiányok elkerülése).
- A varratok végeit minden esetben le kell zárni (korrózió elkerülése).
- Lehetőleg ne alkalmazzanak szakaszos varratokat (korróziós gócok lehetnek).
- A hegesztés során keletkező húzófeszültségek essenek egybe a keresztmetszeti súlyponti tengelyekkel és/vagy a keresztmetszet súlypontjára lehetőleg szimmetrikus eloszlásuk legyen (vetemedés elkerülése).
- A bevonatos pálcákkal történő hegesztés után a salakot maradéktalanul el kell távolítani a felületről (horganyhiányos foltok megelőzése).

A szilikon spray-k és szilikon olajak használatát el kell kerülni

A hegesztési folyamat alatt – amennyiben a hegesztési paraméterek nincsenek tökéletesen beállítva, összehangolva – kisebb-nagyobb mértékű fémgröcsögés van, mely cseppek a felületre tapadva meglátszanak a bevonást követően is (5. ábra). Ennek megelőzése érdekében a gyártók gyakran alkalmaznak különböző feltapadás gátló spray-ket, melyek egy része alkalmatlan tűzihorganyzott acélszerkezetekhez. Ugyanis a technológiát megelőző felületelőkezelés során nem lehet eltávolítani a ráégett olaj maradványait, melynek következtében a varratot övező zónában fekete, horganyzatlan felületek, zegzugos vonalak, foltok alakulnak ki (6. ábra).



5. **ábra:** Freccsenések nyomai



6. **ábra:** Ráégett olaj nyomai

Az acélszerkezet felületi minősége horganyzás előtt

Az acélszerkezetek gyártói a legtöbbször úgy szállítják be termékeiket a tűzihorganyzó üzembe, hogy azok felülete a „kereskedelmi” állapotnak megfelelően rozsdás, vagy revés. Ez általában semmiféle gondot nem jelent, azonban csak olyan szennyeződések lehetnek az acélszerkezet felületén, melyek a horganyzó üzemi technológiával a kezelésre rendelkezésre álló – optimális – időtartam alatt eltávolíthatók. Ellenkező esetben termékminőség romlást okozhatnak. A legfontosabb követelményeket 1. táblázat foglalja össze.

Szennyeződés	Következménye	Megelőzése
Vízben nem oldódó festék, lakk, bitumen, stb.	horganyhiány	csiszolás, égetés, kefézés
Felületbe hengerelt vastag reve	horganyhiány, vagy durva bevonat	szemcse-, homokszórás
Erősen, mélyen korrodált felület	horganyhiány, vagy durva bevonat	szemcse-, homokszórás
Vastag, zsír, olaj	horganyhiány, salakos felület	törlés
Felragasztott papírcímke	horganyhiány	csiszolás
Hegesztési salakok	horganyhiány	megfelelő hegesztési technológia, köszörülés
Szilikon-tartalmú spray nyoma	horganyhiány	megfelelő feltapadás gátló spray
Hegesztéskor a felületre égett különféle olajok	horganyhiány	olajok eltávolítása még hegesztés előtt

1. táblázat: Az acélszerkezet felülettisztaságára vonatkozó követelmények

A szennyezett felület következményeit 7. és 8. ábrákon érzékeltetjük, mely minőségi hibát jelent.



8. ábra: Papírcímke maradványa



7. ábra: Festékmaradvány

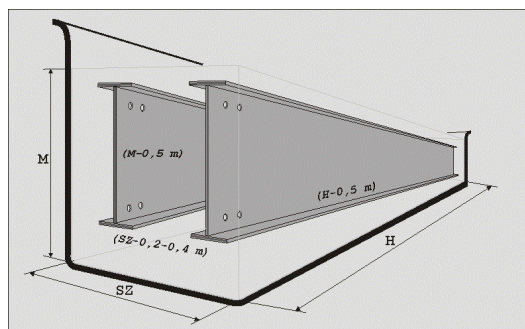
a-á

Acélszerkezetek helyes tervezése – térbeli szerkezetek kialakítása

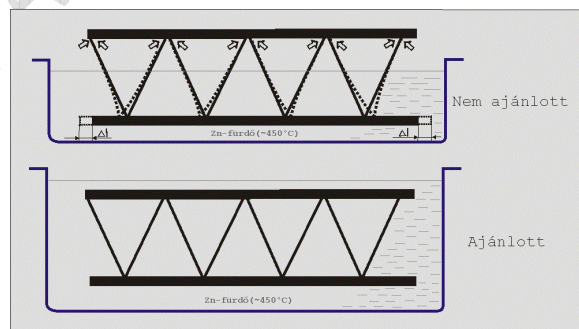
Minél bonyolultabb egy acélszerkezet kialakítása, annál jobban oda kell figyelni a helyes konstrukcióra, a megfelelő gyártási eljárásra, de ugyanez vonatkozik a tűzihorganyzáshoz megfelelő kialakításra is. Ennél fogva a legegyszerűbbek a darabolt lemezek és rúdszerű termékek, jóval nagyobb felkészültséget igényel a bonyolult alakú, a térbeli acélszerkezetek előállítására. Ez utóbbiak tűzihorganyzása sem sokkal nehezebb feladat, mint az egyszerűbb daraboké, ehhez azonban a tervezőknek néhány fontos konstrukciós alapelvet kell betartani. Ezek, a megfelelő méret, ésszerű részegységekre történő bontás és a megfelelő helyen elhelyezett technológiai nyílások.

Ajánlott szerkezeti méretek

A tűzihorganyzási technológia végrehajtása során a munkadarabokat kb. 450°C hőmérsékletű fémolvadékba merítjük. A kb. 430 °C-os hőmérsékletváltozás hatására az acélszerkezet a tér minden irányába mintegy 5 mm/m hosszváltozást szenved el. Ezért a horganyzóműnek alapszabálya, hogy a darabot egyszeri merítéssel horganyozza le. Ellenkező esetben a fémolvadékban levő rész és a szabad levegőn maradt rész között kialakult hosszkülönbség miatt, a szerkezet anyagában komoly feszültségek alakulhatnak ki, mely szélsőséges esetben deformációkhoz, repedésekhez vezethet. A fentiek miatt ajánlatos betartani a termék legnagyobb méreteire vonatkozó előírásokat (9 – 10. ábra).



9. ábra: Ajánlott termékméretek



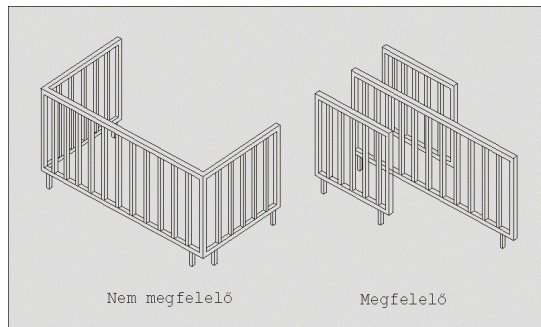
10. ábra: „Túlméretes” szerkezet horganyzása

Az ábrának megfelelően a munkadarabok hossza és magassága kb. 0,5-0,5 m-rel, szélessége kb. 0,2 m-rel legyen kisebb a horganyzókad teljes belső méreteinél. Erről pontos tájékoztatást célszerű kérni a kiválasztott tűzihorganyzó vállalatától.

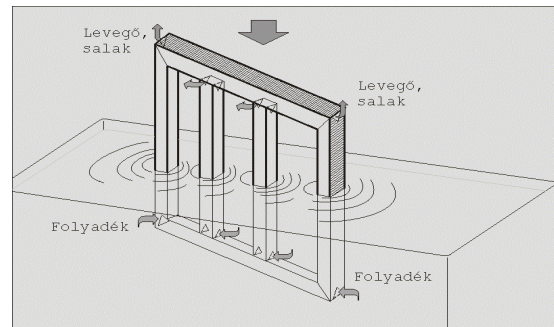
A szerkezet részegységekre történő bontása

Vannak olyan szerkezet típusok, melyek ésszerű tervezésével jelentősen meg lehet könnyíteni nemcsak az acélszerkezetek gyártásának folyamatát, hanem az azt követő horganyzási technológiát is. Ez pedig jobb minőségű termékeket eredményezhet. Példaként említhetjük, hogy egy síkakra bontott térbeli szerkezet gyártása, kezelése, tárolása és szállítása is egyszerűbbé válik. Természetesen hátránya, hogy a szerelés során nagyobb a munkaigénye és többlet kötőelem felhasználást igényel. Viszont tűzihorganyzása esetében a síkokra bontott acélszerkezetet sokkal

nagyobb biztonsággal lehet kiváló minőségben lehorganyozni (11. ábra), mert egyszerűbbé válik a technológiai nyílások kialakítása, illetve a horganyzási folyamat is.



11. ábra: Térbeli korlátok ajánlott részegységre bontása



12. ábra: Térbeli korlátok ajánlott részegységre bontása

Ugyanis a munkadarabok technológiai nyílásainak kialakításánál, mindig a bemerítési pozíciót kell figyelembe venni, így a legfelső és legalsó pontokon kell őket elhelyezni. A horganyolvadékból történő kiemelés során pedig a fémcsepp képződés lehetőleg ne vonalban történjen (fűrészfogak), hanem egy legalsó ponton alakuljon ki a csepp. További előnye a megoldásnak, hogy az egyes rácsrudakat mindig szerencsésebb hossztengegyükkel a bemerítés síkjában az olvadékba meríteni, mint arra merőlegesen, ezzel csökkentjük a káros alakváltozások kockázatát.

A technológiai nyílások elhelyezése és méretei

A nyílások helyének megválasztása alapvetően meghatározza a horganyozhatóságot. Mivel a tűzihorganyzási technológiánál az acélszerkezeteknek nemcsak a külső, hanem a belső felületét is bevonják, ezért a belső részekben is hibamentesnek (légszákmentesnek) kell lenni a fémrétegnek. Ugyanakkor a kezelő folyadékok és a horgany sem maradhat benn a munkadarab belsejében (12. ábra). A technológiai nyílások méretei szintén jelentős befolyást gyakorolnak a termékek minőségére, sőt deformációjára is.

A technológiai nyílások méreteinek befolyása

Minél kevesebb időt tölt egy termék a horganyolvadék felszíne alatt, általában annál tetszetősebb és gazdaságosabb lesz a képződő horganybevonat. A technológiai nyílások méreteinek megválasztásával is arra kell törekedni, hogy az acélszerkezeti darabot a lehető legrövidebb idő alatt el lehessen meríteni a fémfürdőben, és onnan a lehetőség szerinti leggyorsabb ki is lehessen emelni. Ezt a kettős célt szolgálja a nyílások méreteinek helyes megválasztása. A gyakorlati tapasztalatok alapján legalább szükségesnek tartott méreteket és lyuk darabszámokat a 2. táblázat mutatja.

Zártszelvény átmérők (mm)			Legkisebb szükséges darabszám és minimális lyukátmérők (mm)		
Kör szelvény	Négyszögszelvény	Téglalap szelvény	1	2	4
> 15	15	20x10	8		
20	20	30x15	10		
30	30	40x20	12	10	
40	40	50x30	14	12	
50	50	60x40	16	12	10
60	60	80x40	20	12	10
80	80	100x10	20	16	12
100	100	120x80	25	20	12
120	120	160x80	30	25	20
160	160	200x120	40	25	20
200	200	260x140	50	30	25

2. táblázat: Technológiai nyílások minimálisan szükséges darabszáma és méretei

Általánosságban elmondható, hogy minél nagyobbak a technológiai nyílások, tűzihorganyzás szempontjából annál kedvezőbb az adott termék.

a-á

Különösen nagyméretű acélszerkezetek tűzihorganyzásához kapcsolódó észrevételek, tanácsok

A technológia szempontjából a különösen nagyméretű acélszerkezetek fogalmkörébe, a továbbiakban a 8-10 m-nél hosszabb, és zömmel 20-25 mm-nél vastagabb acélalapanyagokból készített, nagytömegű acélszerkezeteket soroljuk. Ezeknek a daraboknak – a technológia szempontjából - sajátos tulajdonságai vannak. Ezek pedig a következők:

- Felületük oxidmentesítéséhez hosszabb pácolási időre van szükség.
- Nagy méreteik és anyagtömegük miatt a horganyolvadékba a szokásosnál lassabban történik a bemerítésük.
- Hosszabb idő szükséges ahhoz, hogy átvegyék a fémolvadék hőmérsékletét.
- Kiemelésük után lassabban húlnak le.
- Horganybevonataik sokkal vastagabbak az átlagosnál, sokszor szürkék, vagy szürke foltosak.

A felsorolt tulajdonságokat részben az acélszerkezetek tervezőinek, részben pedig a horganyzóknak bizonyos mértékig befolyásolni lehet.

Melegen hengerelt termékek felületeinek oxidmentesítése

A melegen hengerelt lemezek, húzott-hengerelt rúdtermékek felületén a legtöbb esetben hengerlési reve és/vagy rozsdafoltok találhatók (13. ábra). Ezek a legtöbb esetben semmiféle gondot nem jelentenek a tűzihorganyzó üzemeknek, csupán némileg megnövelik az oxidmentesítés időtartamát. Különösen vastag acélanganyagoknál időnként viszont előfordul, hogy a felületükön behengerelt reve

fészkeket, felületi zárványokat, réteges anyaghibákat, stb. mutató acélszerkezetek kerülnek a tűzihorganyzóba, ezek pedig horganyzási hibákhoz vezetnek (14 – 15. kép).



13. ábra: Revés felület



14-15. ábra: Hibás felület horganyzás előtt és után

A képen látható hibákat a tűzihorganyzó nem tudja kiküszöbölni, ezért hiányos lesz az acélszerkezet védőbevonata. Megelőzésük érdekében az acélszerkezetek gyártóinak két lehetőség adódik. Először is alapanyag beszerzéseiknél megfelelő beszerzési forrást válasszanak ki, mert az utólagos javítgatások mind-mind többletköltséggel és teljesítési kockázatokkal járnak. Másik lehetőség, hogy a felületi hibával rendelkező alapanyagokat gyártás előtt, vagy a készterméken – még a horganyzóba szállítás előtt - megtisztítják, azaz kiköszörülnek, vagy szemcse(homok)szórással eltávolítják a hibás anyagrészeket.

Azt viszont meg kell jegyeznünk, hogy az utólagosan feldurvított (pl. szemcseszórt) felületeken a szokásosnál akár 15-20 %-kal is vastagabb horganybevonat alakul ki, de a horganyréteg megjelenése homogén, egyenletesen érdes lesz (16-17. ábra).



17. ábra: Szórt felület horganyzás előtt



16. ábra: Szórt felület horganyzás után

Mit tehet a tervező és gyártó a horganyzási idő lerövidítéséért?

A darabokon kialakuló horganyréteg vastagsága általában arányosan változik a horganyzási idő hosszával, pontosabban a darabnak az olvadékban tartózkodás időtartamával. A bevonat vastagságának csökkentése a legtöbb esetben kívánatos, fontos gazdasági érdek. Ennek oka, hogy a horganyoztató ügyfelek általában a horganyzott tömeg után fizetnek, továbbá a szabványban előírt minimális rétegvastagságok elérése garantálja a megfelelő korrózióvédelmet. Tehát egy szabványnak

megfelelően bevont termék meg fog felelni a megrendelő előírásainak, ugyanakkor az egységköltségek csökkentése a gyártó elemi érdeke.

Egy horganyréteg vastagsága alapvetően függ a horganyolvadékban kialakuló ötvözet-réteg vastagságától, ez pedig összefüggésben van a bemeletési idővel. Az acélszerkezetek tervezőinek és gyártóinak arra kell törekedni, hogy elősegítsék a minél rövidebb horganyzási időtartam elérését.

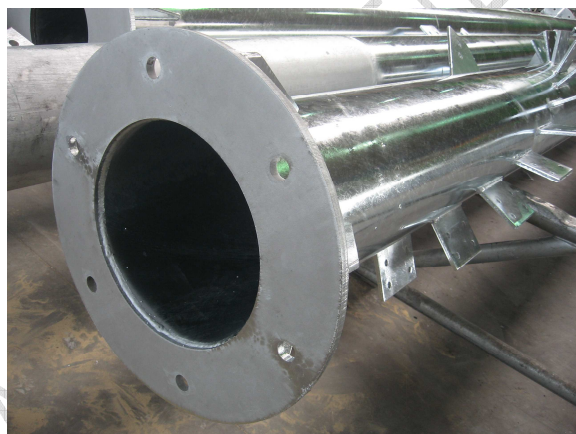
Reális lehetőségeik:

- Megfelelő helyre elhelyezett technológiai nyílások.
- Lehetőség szerint, minél nagyobb méretű technológiai nyílások.

Ez azt jelenti, hogy a kívánatos pontban elhelyezett technológiai furatnál – bemeletéskor – azonnal megkezdődik a folyékony horgany beömlése a zárt térbe. A horgany beömlés, majd kiürülés sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a nyílások összes keresztmetszete (18-19. ábrák).



18. ábra: Helyes kilevegőző nyílások (optimális megoldás)



19. ábra: Teljesen nyitott szerkezet (optimális beömlő és kifolyó nyílás)

Az ábrák szerinti megoldásokkal jelentősen le lehet rövidíteni a horganyzási időt (20-30%-kal), így csökken a horganyréteg vastagsága is.

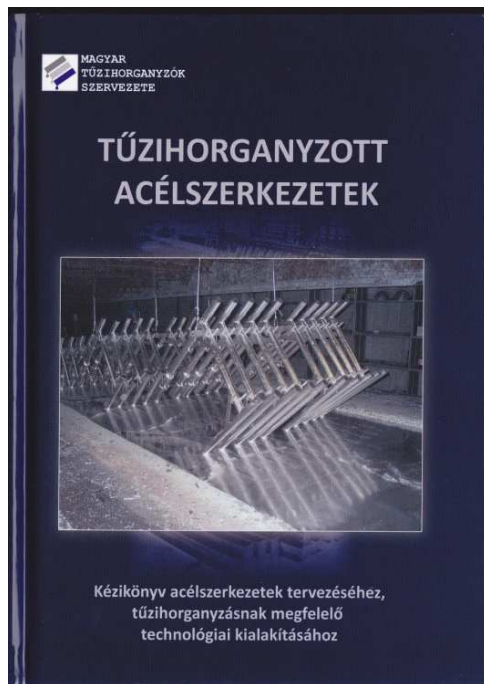
Fényesebb, esztétikusabb bevonatok

A horganyzókádból történő kiemelés követően – amíg a termék el nem éri a kb. 200 °C-os hőmérsékletet – a ráakódott horganybevonat folyton változik, maradék termodiffúzió zajlik le benne. Minél tovább tart ez a folyamat, annál nagyobb hányadában alakul át a legfelső tiszta cinkréteg vas-horgany ötvözeté. Ez az esetek legnagyobb részében nemkívánatos jelenség. A vastag anyagokból gyártott acélszerkezetek esetében a horganyzó üzem hűtési technológiája nyújthat megoldást, míg a zárt terekkel rendelkező acélszerkezeteknél, optimális konstrukcióval lehet csökkenteni az átalakulás időtartamát (itt jegyezzük meg, hogy a legfontosabb eszköz az optimális acélminőség megválasztása – MSZ EN ISO 14713-2:2009 szerint).

Minél nagyobb méretűek a technológiai nyílások, annál gyorsabban kihűlnek az acélszerkezeti elem belső terei, tehát a nagyobb nyílások nemcsak vékonyabb bevonatokat eredményeznek, hanem azok esztétikusabbak is lesznek.

a-á

Kézikönyv acélszerkezetek tervezéséhez és gyártásához



A Magyar Tűzihorganyzók Szervezete – TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK címmel - 2013. decemberében jelentette meg legújabb kiadványát, mely korlátozott számban még néhány példányban elérhető az egyesületnél. Ezzel, az A/5 méretű, keményfedeles kézikönyvvel sok szakember számára kíván segítséget nyújtani a szervezet. A könyv 72 oldalon, 19 db táblázattal és 61 db színes képpel mutatja be azokat a tudnivalókat, melyet a tűzihorganyzott acélszerkezetek tervezésével és gyártásával foglalkozó valamennyi szakembernek fontos tudni, de nagy haszonnal forgathatják maguknak a tűzihorganyzó üzemeknek a szakemberei is, illetve valamennyi érdeklődő.

A gyakorlatban alkalmazókon kívül ajánljuk a kézikönyvet a felsőoktatási intézményekben tanuló hallgatóság számára is, ugyanis munkájuk során nem nélkülözhetik majd a korszerű, tűzihorganyzott acélszerkezetek kialakítására vonatkozó legfontosabb tudnivalókat. A kisméretű könyv **tértésmentesen** megrendelhető a Magyar Tűzihorganyzók Szervezeténél (www.hhga.hu), és valamennyi tagvállalatánál.

A helyes tervezés és gyártás alapvetően meghatározza a tűzihorganyzott termék felhasználhatóságát

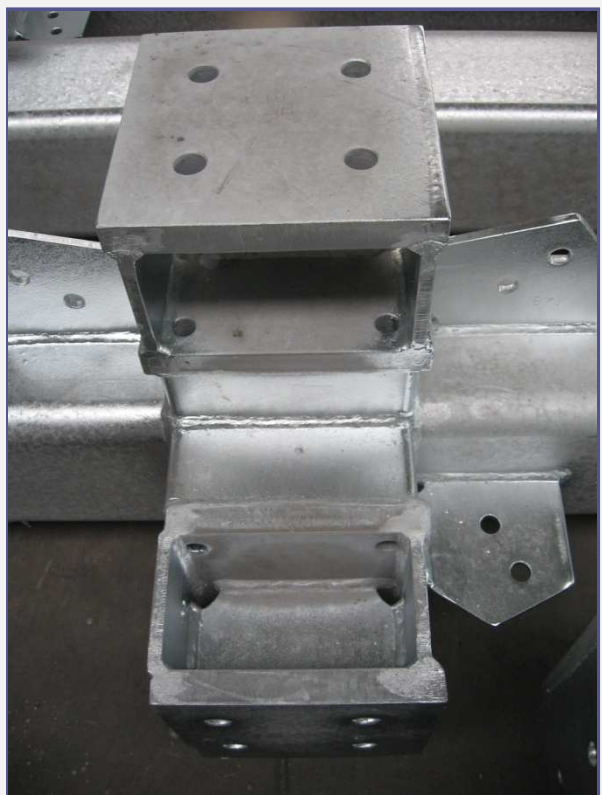
A nagyméretű acélszerkezetek konstrukciós kialakítása alapvetően meghatározza a szerkezet horganyzás utáni minőségét. A helyesen elhelyezett és megfelelő méretű technológia nyílások döntő jelentőségűek. A jól kivitelezett hegesztési varratok minőségét a tűzihorgany bevonat kiemeli, a rosszakét megjeleníti.



A megfelelő minőségű hegesztések kivitelezése alapvetően meghatározza a darab minőségét.



A zártszelvények teljes kinyitása gyors bemeletést és olcsóbb, szebb horganybevonatokat tesz lehetővé.



Bonyult alakú szerkezeteknél különösen fontosak a helyes technológiai nyílások.



Gerinclemez tartók ötletes megoldása a technológiai nyílások kialakításához.

A tőzsdei horganyár alakulása 2014.05.- 2014.10. hónapokban

A megadott árak a londoni fémtőzsde (LME: London Metal Exchange) nagy tisztaságú (SHG Zinc) havi eladási árait mutatják.

