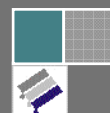


2014.

# TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



## **Tisztelt Olvasóink!**

*A tűzihorganyzás nagy előnye, hogy az acélszerkezeteket – kevés kivétellel - nemcsak kívül, hanem belül is védőbevonattal látja el, mely a technológia alapvető sajátossága. Annak érdekében, hogy a munkadarabokat jó minőségben le lehessen horganyozni, szükség van a megfelelő technológiai nyílások elhelyezésére, amelyet már a tervezéskor el kell végezni, majd a gyártás során ki kell őket alakítani.*

*Annak ellenére, hogy a horganyzó üzemek partnerei többsége tisztában van a technológiai nyílások szükségességével, jelentőségüket mégsem nem mindig látják át. Mostani lapszámunkban igyekszünk azokat az érveket felvonultatni, melyek segítségével könnyen belátható a helyesen megválasztott nyílások fontossága és hatásai a bevonatok minőségére, gazdaságosságára, sőt az egész acélszerkezet minőségére.*

*A szükséges furatokat, nyílásokat, lesarkalásokat, stb. nem utólagosan kell létrehozni, tehát nem a már készre gyártott acélszerkezeten kell az utómunkálatokat elvégezni, mert az így létrejött nyílások általában nem a legmegfelelőbb pozícióban vannak, sem nem esztétikusan, így lerontják a termék minőségét.*

*Ezúton is felhívjuk a tervezők figyelmét saját fontos szerepükre, melynél fogva már a „tervezőasztalon” kell elhelyezni a technológiához szükséges nyitásokat. Egyszerű elvek alapján, könnyen megérthető módon ki lehet vitelezni őket. Ezekre vonatkozóan az EN ISO 14713:2009, EN ISO 1461:2009 szabványok és ma már magyarul is elérhető nyomtatott, vagy elektronikus kiadványok állnak rendelkezésre. De abban is biztosak vagyunk, hogy a tűzihorganyzó üzemekben történő személyes látogatásokra minden tagvállalatunknál mód nyílik, és így a gyakorlatban is megismerkedhetnek a technológia kezelések módjaival.*

*A technológiai nyílások kialakítására vonatkozó szakkiadványok beszerezhetők a Magyar Tűzihorganyzók Szervezeténél, vagy a tagvállalatoknál.*

2014. április 29.

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 termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szervezete írásos engedélyével történhet.

## Acélszerkezetek helyes tervezése – a technológiai nyílások és elhelyezésük

Mint minden megmunkálásnak, így a tűzihorganyzásnak is megvannak a technológiai feltételei. Ezek a feltételek vonatkoznak egyrészt a technológiai rendszerre, másrészt pedig magára a megmunkálandó tárgyra, esetünkben a bevonásra kerülő acélszerkezetekre. Az előbbi az kizárólag a tűzihorganyzó üzemre vonatkozik, az utóbbi viszont a megrendelő és a horganyzó megfelelő együttműködését igényli.

Ahhoz, hogy a darab teljes felületén kitűnő minőségű védőbevonat képződjön, tökéletes felületelőkészítésre van szükség, ami megköveteli, hogy a technológiai folyadékok az acélszerkezeti elem minden pontját elérjék és kifejtsék hatásukat. Egyebek mellett, ennek a célnak az elérését szolgálják a helyesen kialakított technológiai nyílások, melyeknek komoly hatásuk van a védőfilm minőségére (1. ábra).

A HELYESEN KIALAKÍTOTT TECHNOLÓGIAI NYÍLÁSOK BEFOLYÁSA				
Biztosítják a darab helyes felrögzítésének lehetőségét.	Biztosítják a tökéletes felületelőkészítést.	Biztosítják a levegő, salak, és horgany maradéktalan kiürülését.	Lehetőséget teremtenek a lehető legrövidebb horganyzási időtartamra.	Elősegítik az acélszerkezetek deformációtól mentes bevonását.
<b>HIBAMENTES ACÉLSZERKEZET</b>	<b>HIBAMENTES BEVONAT</b>	<b>HIBAMENTES BEVONAT</b>	<b>KISEBB KÖLTSÉGEK</b>	<b>HIBAMENTES ACÉLSZERKEZET</b>

1. ábra: A technológiai nyílások befolyása

Mint az a fenti táblázatból látszik, a horganyzástechnológiai furatok, kivágások, lesarkalások nagy jelentőséggel bírnak. A helyes kialakításuknál négy fő szempontot szükséges figyelembe venni.

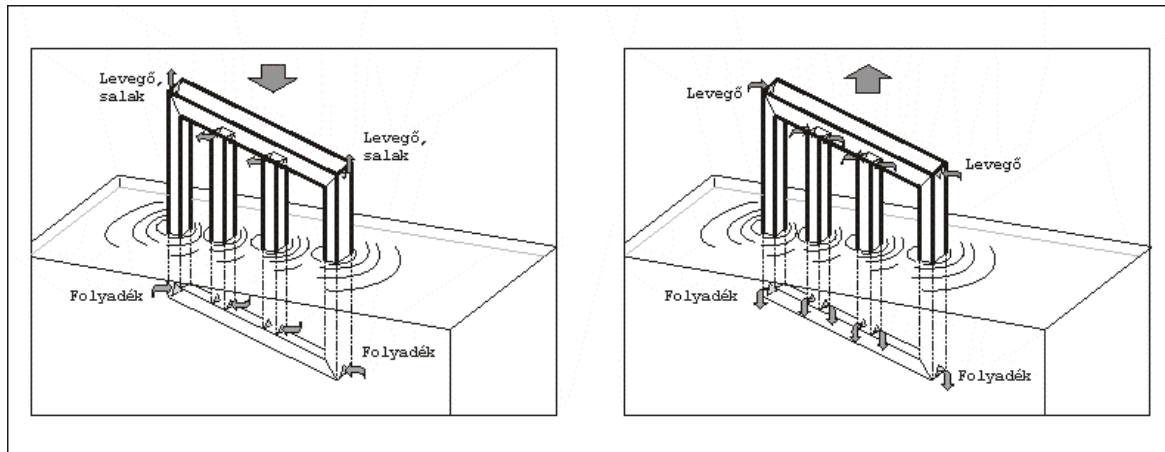
Ezek a következők:

- a nyílások elhelyezése
- a nyílások méretei
- a nyílások darabszáma (az összes felületük)
- esetleg a felrögzítési pontok elhelyezése

### A nyílások elhelyezése

Azt, hogy egy adott acélszerkezeten kell-e egyáltalán valamilyen – a horganyozhatóságot biztosító – technikai nyílás, a darab konstrukciója határozza meg. Mint korábbi írásainkban olvashattuk, a tűzihorganyzási technológia végrehajtása során a darabokat folyadékokban kezelik. Ez azt jelenti, hogy a kezelőszereknek a munkadarabok minden pontját el kell, hogy ériék, hogy kifejtsék hatásukat. Ez csak úgy lehetséges, ha a folyadékba merítéskor (horganyba merítéskor is!), a zárt terekben levő levegő és a képződő gázok nem képeznek légszákot a szerkezetben. Ugyanakkor további szerepük is van, mégpedig biztosítják a horganyolvadékban keletkező salakok felúszását a fémfürdő felszínére. Ezek a salakok erősen oxidáló hatásúak (Cl<sup>-</sup>-ion tartalmúak), így *korrozívak*, tehát a legkisebb mennyiségben sem kívánatosak, ezért már bevonattal ellátott termékek felületéről - lehetőleg még a horganyzó kádban - maradéktalanul el kell távolítani őket. A fenti feltételeket csak úgy tudjuk biztosítani, ha a szükséges technológiai nyílásokat a bemerítés-kiemelés mozgási síkjában, a darabok zárt tereinek a legfelső pontjaiba helyezjük el. Természetesen a bemerítés ellentétes folyamatánál, a kiemelésnél, viszont a munkadarab minden szegletéből ki kell, hogy folyjanak a folyadékok, így az

alsóponti nyitásokat a zárt tér legalsó pontjába kell elhelyezni. A technológiai nyílások elhelyezésének elvét mutatjuk be 2. ábránkon.



2. ábra: A folyadékba merítés és a légtelenítés

### A nyílások szükséges méretei

A helyes pozíciókba elhelyezett technológiai nyitások szükséges, de nem elégséges feltételei a kiváló minőségű tűzihorganyzásnak. Ugyanis a horganybevonat küllemét, a védőréteg tulajdonságait, gazdaságosságát az is meghatározza, hogy milyen sebességgel lehet az acélszerkezet elmeríteni a fémolvadékba. Arra kell törekedni, hogy minél gyorsabban be lehessen meríteni a darabokat és ez nemcsak a réteg tulajdonságai, hanem az acélszerkezet káros alakváltozásai megelőzése érdekében is fontos. A minél nagyobb kifolyónyílások a termékek kiemelésekor meggyorsítják a folyékony fém kifolyását, így kevesebb utómunkálatra lehet szükség. Tehát minél nagyobb a technológiai nyílások keresztmetszete, annál kedvezőbb tűzihorganyzási feltételeket teremtünk. A méreteikre vonatkozóan tapasztalati adatok állnak rendelkezésre (3. ábra), melyet javasolunk betartani, ezektől felfelé ajánlott csak eltérni.

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

3. ábra: A technológiai nyílások ajánlott darabszáma és méretei

Amennyiben túl kicsik a kialakított technológiai nyitások, a munkadarabok nagyon lassan merülnek el, vagy esetlegesen „megúszhatnak” a horganyolvadék tetején, melyek minőségromláshoz vezetnek.

Ennek egyik oka, hogy a vas és a horgany közötti sűrűség különbség viszonylag csekély mértékű, továbbá a keletkező salakok is csökkenthetik a levegő és gázok kiürülésének sebességét. Ugyanakkor kiemeléskor a zárt terekből csak lassan folyik ki a horgany és tovább növeli a merítési időt, vagy a megfolyások rontják a bevonat minőségét.

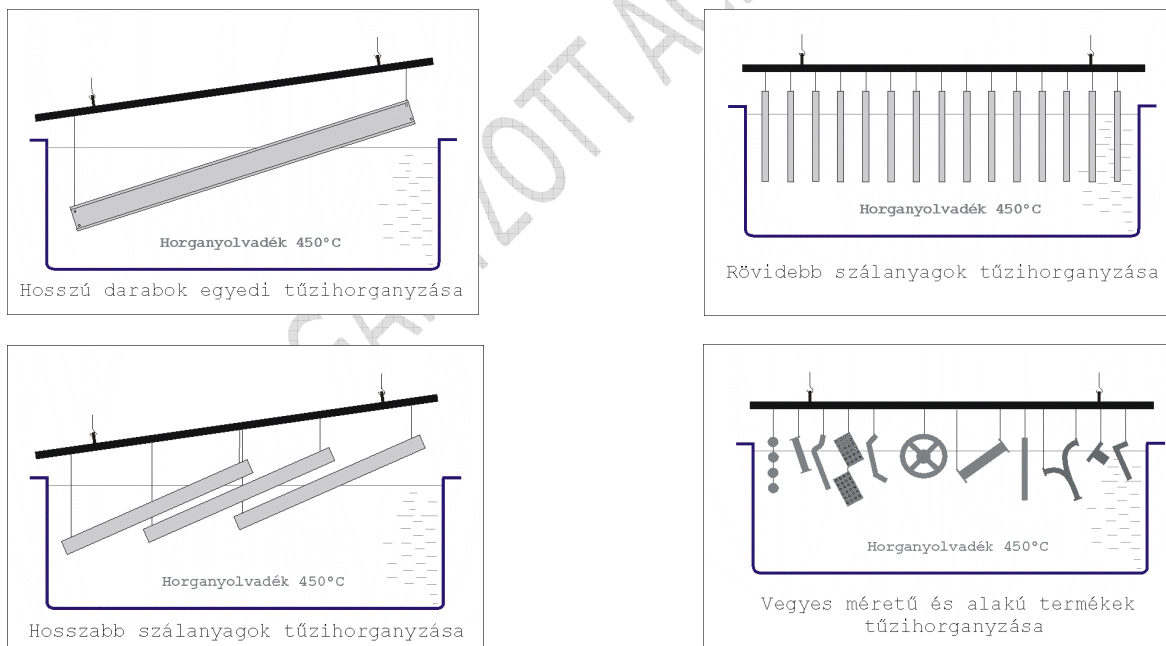
### Felrögzítési pontok elhelyezése

A tűzihorganyzáshoz az acélszerkezeteket különféle függesztő eszközök felhasználásával rögzítik fel ún. horganyzóí készülékekre. Az, hogy a bevonó üzem, milyen módon erősíti fel az acélszerkezeteket, a legtöbb esetben saját hatáskörben dönti el, de a helyes felfüggesztés lehetőségét a megrendelőnek szükséges biztosítani. A munkadarabokat úgy kell felakasztani a készülékekre, hogy a kedvező horganyzási pozíciót eredményezzen (4. ábra).

A helyes felfüggesztési mód kiválasztásának szempontjai			
1. Technológiai nyílások megfelelő pozícióinak elérése.	2. A lehető legnagyobb bemelegítési sebesség biztosítása.	3. Biztonságos felrögzítés, leúszás, leesés elleni védelem.	4. Termékbiztonság, deformáció-, és baleset megelőzés.

#### 4. ábra: Helyes felfüggesztési pozíciók megválasztásának követelményei

A különböző terméktípusok eltérő felfüggesztési módokat igényelnek. Rúdszerű acélszerkezeti elemeknél a legkedvezőbb megoldás a függőleges irányú bemelegítés, de sok esetben a horganyzóadák méretei, vagy a darabok hossza ezt nem teszik lehetővé. A gyakorlatban leggyakrabban használatos felfüggesztési lehetőségeket 5. ábránkon mutatjuk be.



#### 5. ábra: Felrögzítés lehetőségei tűzihorganyzáshoz

Természetesen léteznek speciális esetek, amikor különleges felfüggesztési módokat kell alkalmazni. Ilyen például a csak kívülről történő horganyozás (hőcserélők esetében), amelynél megfelelő befogókészülékkel szükséges biztosítani az alkalmas technológiai körülményeket. Ezt a kiválasztott üzemmel minden esetben egyeztetni szükséges.

a-á

## Csőszerű szerkezetek, tartályok, hőcserélők tűzihorganyzása

Nagy belső térfogattal rendelkező szerkezetek, amelyekre pont emiatt különösen nagy figyelmet kell fordítanunk. Tűzihorganyzásuk jelentősen eltér az egyszerűbb általános szerkezetektől, hiszen akár több köbméter folyadék szükséges a feltöltésükhöz, emiatt a kialakításuknál szorosabban együtt kell működni a gyártóüzemekkel.

A nagy belső tér a csőszerkezeteknél és tartályoknál a feltöltés és leürítés, illetve a folyadékkal megtelt szerkezet mozgatása akadályozhatja a technológiai folyamatokat. Alapvető elv, hogy a termék minden egyes pontja érintkezzen az előkezelő kádakban lévő folyékony vegyszerekkel, illetve magával a horgany olvadékkal is. Ezeknek a folyékony anyagoknak meghatározott időn belül be kell jutniuk a belső terekbe, illetve onnan ki is kell ürülniük. Ezért nagyon fontos a megfelelő beömlő nyílás mérete, hiszen főként a horganyolvadéknál, a termék által kiszorított folyadék térfogata felhajtóerőként jelentkezik, csak hosszú idő elteltével engedi elmerülni a terméket. A kiemelés talán még veszélyesebb, mert a szükséges legkisebb kiemelési sebesség mellett a belső térben nem lehet magasabb a horgany szintje, mint a horganyozó kádban. A nagytömegű folyékony fém kiemelése túlterhelheti a függesztő pontokat és készülékeket, fennáll a kádba szakadás veszélye. Az időben elnyúló mártási idő, negatívan befolyásolja a technológiát, káros vetemedések jelentkezhetnek a terméken, illetve vastag, rideg bevonatok készülnek. A felsorolt okok miatt néhány alapvető kialakítási módra érdemes odafigyelnünk. A csőszerű szerkezeteknél a karimákat, alaplemezeket úgy kell elkészíteni, hogy a beömlőnyílás lehetőleg azonos legyen a cső belső átmérőjével (6. ábra).



**6. ábra:** Helyes megoldás



**7. ábra:** Kilevegőző és salakkíáramló nyílás oldalt, de kell a legfelső ponton is

A kilevegőző nyílás a cső másik végén természetesen lehet kisebb is (7. ábra), mert a gázok könnyebben áramlanak. A függesztő nyílások, emelőfülek mérete, szilárdsága igazodjon a mozgatott tömeghez.

Tartályoknál három csoportot különböztetünk meg. A horganyzókad hasznos magasságánál alacsonyabb tartályokat függőlegesen merítjük. A domború fenéklemezekben, a tartály tengelyvonalaiba kell helyezni a feltöltéshez és kilevegőzéshez szükséges csonkokat, amelyek nem nyúlhatnak a szerkezet belsejébe, mert folyadékot tartanak vissza, ami robbanáshoz vezet, illetve a felső fenéken, légszák keletkezik és nem alakul ki bevonat. A beömlőnyílás legalább 1:20 arányú

méretű legyen a tartály keresztmetszetéhez képest. A kilevegőzést biztosító nyílás lényegesen kisebb lehet, de a tartály belső felületén képződő horganyzalak legyen képes a felszínre jutni, mert feltapadása esetén, a használat során károsítja a bevonatot.

Amennyiben a tartály hosszabb a horganyzókad magasságánál fektetve horganyozható. Ebben az esetben a beömlő és kilevegőző nyílásokat a tartály palástján a fenéklemez közelében, vagy a tartály végein a paláستtal érintőlegesen, térátlókban helyezük el (8. ábra).



**8. ábra:** Nagyméretű tartály kialakítása

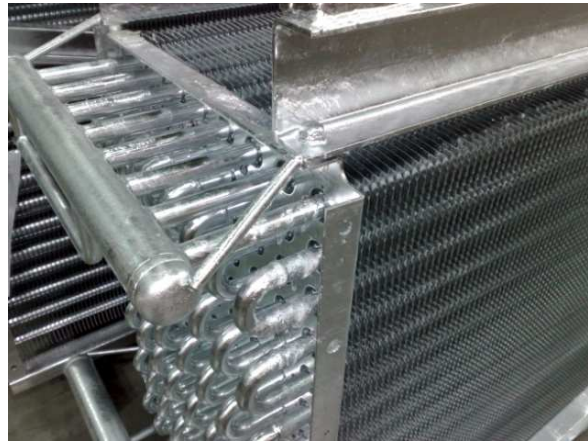
Azonos bemenési és kiemelési sebesség mellett lényegesen több folyadék áramlik a belső térbe, mint függőleges helyzetben, ezért a nyílásoknak is nagyobbaknak kell lenniük. Helyesen akkor járunk el, ha legalább 1:15 keresztmetszetű a bemeneti nyílás a palást keresztmetszetéhez képest. Az ehhez hasonló kialakítású tartályoknál, a deformáció veszélye is nagy, mert a horganyfürdőben lévő palást része és a kint lévő rész közötti hőmérsékletkülönbség okozta hőtágulás miatt, jelentős feszültséget eredményez a szerkezetben.

Egyes tartály típusok a tisztítás és karbantartás érdekében szerelhető kivitelben készülnek. A tartály fenéklemeze és palástja karimával csatlakozik össze, vagy a tartály két fél elemből készül. Az ilyen szerkezetek nem különböznek egyéb termékektől a kialakítás szempontjából. Bizonyos esetekben a tartály fél eleme zárt, de megfelelő technikával így is jól horganyozható. Ami minden esetben közös, hogy megfelelő szilárdságú pontok legyenek a tartályon a megfogásukhoz, a technológiai műveletek elvégzéséhez. Hullámtörők, merevítő keretek, áramlás gátlók beépítése esetén a kialakítás tekintetében mindenképpen egyeztetni kell azzal a horganyzó üzemmel, ahol a felületkezelést végeztetik. Hasonló módon kell eljárni akkor is, ha a tartály duplafalú, mert ezeken a szerkezeteken az utólagos javítás, technológiai nyílások kialakítása az esetek többségében nem lehetséges, és emiatt akár meg is hiúsulhat a szerkezet tűzihorganyzása.

A hőcserélők bevonása - kialakításuk miatt – a legspeciálisabb horganyzási műveletek közé tartoznak. Mivel a belső tér nem horganyozható, a szerkezet által kiszorított folyadék térfogat felhajtóerőként jelentkezik. Az esetek többségében – darabonként - több tíz kN erővel kell számolnunk, amit megfelelő eszközök segítségével tudunk ellensúlyozni. A horgany sűrűsége a horganyzás hőmérsékletén  $6,95 \text{ kg/dm}^3$ , vagyis minden kiszorított  $\text{dm}^3$  nagyjából 70 N felhajtó erővel hat a horganyzásban résztvevő szerkezeti elemekre. Általában 80-120 liter térfogatúak a hőcserélők többsége, de előfordul 400-600 literes is, amit jelentős ellentömeggel lehet a horganyfürdő felszíne alatt tartani. Egyértelmű, hogy a művelet gondos tervezést és előkészületet igényel a gyártótól és a horganyzó üzemtől is. Megfelelő merev szerkezetbe kell foglalni a hőcserélőt, amely a horganyzás hőmérsékletén is kellő szilárdságú, kialakítása alkalmazkodik a technológiához (9. ábra).



**9. ábra:** Hosszú hőcserélő a merev befoglaló keretben



**10. ábra:** A keret nem optimális kialakítása



**11. ábra:** A keret helyes túlnyúlása

A csőrendszer bemeneti-és kimeneti nyílásainak a fürdő felszíne fölé kell nyúlniuk és lehetőleg biztonsági szeleppel kell ellátni, hogy szállításkor, tároláskor ne jusson folyadék a belsejébe, mert a horganyzás hőmérsékletén robbanáshoz vezet. A keret nyúljon túl a terméken, hogy kiemeléskor a horgany ne folyjék a hőcserélő elemeire, mert minőségi problémát okozhat (10 - 11. ábra). Ezeknek a feltételeknek a biztosítása a beszállító feladata. A szerkezet fogadására alkalmas eszközt és a megfelelő ellentömeget a horganyozó üzemnek kell adnia.

Javasoljuk, hogy a felsorolt termékeknél még a gyártás megkezdése előtt a gyártók vegyék fel a kapcsolatot a horganyozással megbízott üzemmel.

n-m

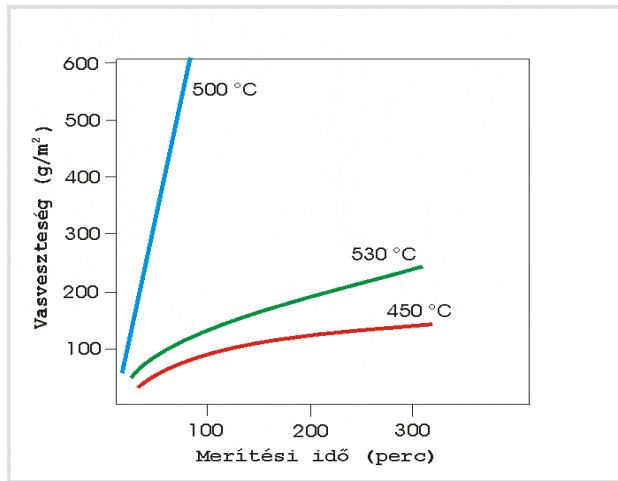
## A bemejtési idő hatása a horganybevonat minőségére

Lapunk első cikkében részletesen tárgyaltuk a technológiai nyílások jelentőségét. A horganybevonat hiányainak elkerülése mellett, mint láttuk, nagyon fontos szerepük van abban, hogy a munkadarabok minél gyorsabban elmerüljenek a fémolvadékba, ez jelentős hatással van a kialakuló védőréteg vastagságára és megjelenésére. Minél vastagabb egy horganybevonat, annál költségesebb, de általában az esztétikai értéke is romlik. Ezért a tűzihorganyzó üzemek egyik alapszabálya, hogy a darabokat a lehető leggyorsabban kell a fémfürdőbe meríteni („zuhantatás”).

A horganybevonat képződése a fémolvadék felszíne alatt kezdődik, mégpedig az ötvözet fázisok kialakulásával. A horgany (cink) a vassal vegyületeket képezve ötvözet-rétegeket hoz létre a



munkadarab felületén, melyeknek az olvadáspontja jelentősen meghaladja a horganyét, de jóval alacsonyabb a vas olvadáspontjánál (600-700 °C között van). Ennek az ötvözetképződésnek a



**11. ábra:** Bevonatvastagság változása a horganyzási időtartam függvényében (D. Horstmann szerint)



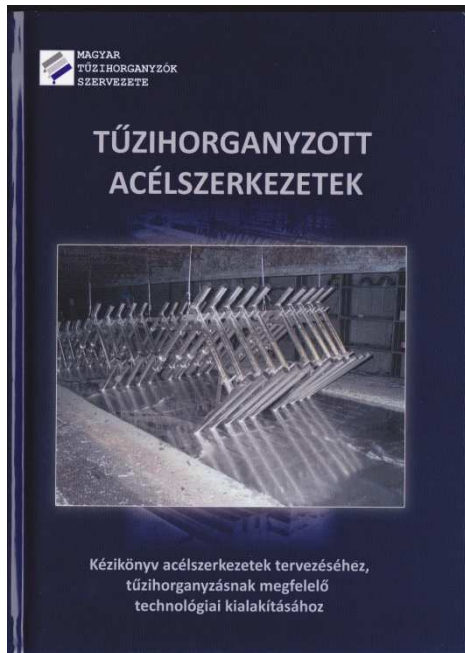
**12. ábra:** Optimális technológiai nyílások

sebessége alapvetően az acélösszetételtől (elsősorban Si-, és P-tartalomtól) függ, ami döntő hatással van a rétegvastagságra. Ugyanakkor az olvadékban tartózkodás időtartama és az olvadék hőmérséklete a másik két tényező, melyek szintén jelentős befolyást gyakorolnak kialakuló ötvözetrétegek vastagságára (11. ábra). Az ábrán látható „vasvesztés” szorosan korrelál az ötvözetréteg képződésével, azaz minél nagyobb a munkadarab felületéről az olvadékba eltávozó vas mennyisége (Fe), annál nagyobb lesz a bevonatban az ötvözetek aránya. Az ábrán látható – szokásos – 450 °C-os horganyzási hőmérsékleten egy parabola görbének megfelelő ütemben növekszik a kemény intermetallikus Zn-Fe fázisok vastagsága.

A fentiekből következik, hogy az acélszerkezetek optimális tervezésénél a lehető legnagyobb szükséges választani a technológiai nyílások keresztmetszetét. Ne elégedjünk meg azzal, hogy a megfelelő helyre elhelyezett minimális átmérőjű furatok elkészülnek, törekedni kell az optimális eredményekre, ez biztosítja majd a legkiválóbb és még gazdaságosabb védőbevonatot. Ennek különösen nagy jelentősége van a nagy zárt terekkel rendelkező darabok esetében, mert ott nemcsak a gyorsabb be- és kifolyásokat, hanem a jobb légcseré miatt a gyorsabban történő lehűlést is elősegítik a nagyobb nyílások. Ez utóbbi pedig megrövidíti a mintegy 200 °C-ig tartó maradék termodiffúzió időtartamát, így fényesebb lesz a bevonat. 12. ábránkon egy ajánlott termékkialakítást mutatunk be.

a-á

## Kézikönyv acélszerkezetek tervezéséhez és gyártásához



A Magyar Tűzihorganyzók Szervezete – TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK címmel - 2013. decemberében jelentette meg legújabb kiadványát. 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 térítésmentesen megrendelhető a Magyar Tűzihorganyzók Szervezeténél ([www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)), és valamennyi tagvállalatánál.

## A technológiai nyílások alapvetően meghatározzák a tűzihorganyozhatóságot – helyes és helytelen megoldások

A megfelelő helyekre elhelyezett és megfelelő méretű technológiai nyílások biztosítják az acélszerkezet tűzihorganyozhatóságát és a jó termékminőséget. A nyílások hiányában, vagy rossz kialakításoknál, a darab vagy nem lesz tűzihorganyozható, vagy a minősége nem lesz megfelelő.



Utólag fűrt, nem optimális, részben felesleges technológiai nyílások zártszelvényen



Helyes technológiai nyílások kialakítása I-szelvényes tartók esetében



Hiányzó technológiai nyílások miatt horganymaradványok a sarkokban



Légszákos szerkezettrész hiányzó technológiai nyílás miatt

## A tőzsdei horganyár alakulása 2013.10- 2014.03. hónapokban

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

