

2016.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – IV. évfolyam, 1. szám



Magyar Tűzihorganyzók Szervezete
Szakmai Bizottsága
2016.



Tisztelt Olvasóink!

Lapunkban korábban már foglalkoztunk a zárt terekkel rendelkező acélszerkezetek tervezési szempontjaival, de a bérhorganyzási piacon tapasztalható jelenségek ismét indokoltá teszik, hogy kissé más megvilágításban is felhívjuk a figyelmet néhány nagyon fontos tényezőre, folyamatra.

Zártszelvényes konstrukciók (tartályok, csövek, csőszerű elemekből gyártott rácsos tartók, stb.) tűzihorganyzásának nagy előnye a festett acélszerkezetekkel szemben, hogy az adott darab nemcsak kívül, hanem belül is egyformán megbízható és kellően vastag védőréteget kap, kiváló minőségű terméket nyerünk. Ez a végcél azonban csak abban az esetben teljesül, ha a szerkezeten levő technológiai nyílásokat megfelelően alakítják ki. Helyük, darabszámuk és méreteik optimálisak legyenek.

Fontosságukat erősen aláhúzza, hogy a hiányzó, vagy túl kicsi furatok – esetleg - a szerkezet szétrobbanásához is vezethet, amely emberéletben és a horganyzó üzemek berendezéseiben is károkat okozhat. Itt különösen kiemeljük a zártszelvényekből készített rácsos acélszerkezeteket, illetve nagyfelületű átlapolásokat. Ezeknél a szerkezeteknél nagy jelentősége van a tervezési irányelvek betartásának. Ezek a szempontok rendelkezésre állnak, cikkünkben igyekszünk ismertetni a legfontosabbakat.

Az acélok kémiai összetétele szerint, az acélokat két fő csoportba osztva, mint optimálisan horganyozható (1) és reaktív acélok (2), döntő hatásuk van a képződő védőréteg vastagságára, küllemére és a bérhorganyzás árára. A horganyolvaadéokban tartózkodás időtartama másképpen fejt ki hatását egy reaktív, vagy egy optimális acélminőségből gyártott acélszerkezetnél. Ilyen és ehhez hasonló témákat érintünk lapszámunk cikkeiben, melyekkel az acélszerkezetek tervezőit, gyártóit és felhasználóit igyekszünk támogatni munkájukban.

2016. április 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 termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szervezete írásos engedélyével történhet.

Robbanásveszélyt okozó konstrukciók elkerülése

A tűzihorganyzás egyik fontos előnye, hogy az üreges acélszerkezeteket nemcsak kívül, hanem belül is védi a korróziós támadásoktól. Ez amellett, hogy felhasználás szempontjából lényeges, még szükségszerű is, vagyis technológiai követelmény is egyben. Egyetlen terméktípus van, amelyiket csak kívülről horganyoznak, ezek a hőcserélők. Bevonásuk speciális felkészültséget és fokozott biztonsági követelmények betartását igénylik.

Megközelítésünk szerint – mint robbanásveszélyes konstrukciók – elsősorban a lezárt terek, így a csőszerű szerkezetek egyes részei, és nagyobb méretű átlapolások jelentenek kockázatot.

A tartályok, zártszelvényes konstrukciók

A *tartályok* méreteiknél, jellegükénél fogva általában jól áttekinthetőek, ellenőrizhetőek, így nem is vezetnek robbanásokhoz. Az esetek többségében „egyedi” termékek, így bevonásuk is külön odafigyelést igényel. Technológiai nyílásaik kellően nagyok és megfelelő helyen vannak, nyitottak, így túlnyomás nem alakul ki bennük (1. kép).



1. **kép:** Nagyobb tartály jól ellenőrizhető technológiai nyílásokkal

Tűzihorganyzásuknál arra kell ügyelni, hogy folyadék ne maradjon bennük és ez könnyen ellenőrizhető is. Nagyméretű tartályok esetében, amennyiben az optimálisnál kisebbek a technológiai nyílásaik, előfordulhatnak ugyan utólagos – már a horganyozás alóli – gázbuborék feláramlások, de erre a horganyzó üzemek dolgozói fel vannak készülve.

Robbanásveszélyes szituációval abban az esetben fordul elő, ha a bevonó üzemben dolgozók nem veszik észre a munkadarabban rekedt folyadékot (flux oldatot), mert az takarva van, vagy egyáltalán nem számolnak a termékben maradt, elrejtett folyadék kockázatával.

Ezek konstrukciós, illetve gyártási hibák. Ilyenkor két, egymástól eltérő kockázatú kimenetele lehet a horganyzókádba történő bemerítésnek.

Az *első esetben* – amikor a fémolvadékba merítéskor, kb. 450 °C-on a víz hirtelen gőzzé válik - a gőz szabadon el tud távozni, ilyenkor a horganyolvadék fölé ún. gőzkifújás történik. Kockázatosabb szituációban ez a kifújás még a folyékony fém felszíne alatt is folytatódik, amely horganykifreccsenést okozhat. Mindkét eset, de főleg az utóbbi, súlyos balesetveszélyt hordoz magában. A kifújás nyoma sokszor meglátszik magán a terméken is, ahol a horganyréteg is hibás lehet. Az ilyen „rejtett” hibák elsősorban zárt szelvényből gyártott acélszerkezetnél, továbbá egymásra fektetett és körbehegesztett kapcsolatoknál fordulnak elő. Ritka eset, amikor az acélalapanyag rétegeessége vezet kifújáshoz.

A *második eset* sokkal veszélyesebb, amikor a keletkező gőz nem tud kellő sebességgel eltávozni, vagy egyáltalán nem tud eltávozni a zárt térből. A magas hőmérsékleten hirtelen gőzzé váló

folyadékból több száz bar nyomású gőz keletkezik, amely valamilyen módon szétrobbanthatja a lezárt szerkezetrészt. Ezzel súlyos kár, sőt az emberi életet is veszélyeztető baleset keletkezhet. Külön említést érdemelnek az ún. átlapolásos kötések, melyek fokozott kockázatot jelentenek (2-3. képek).

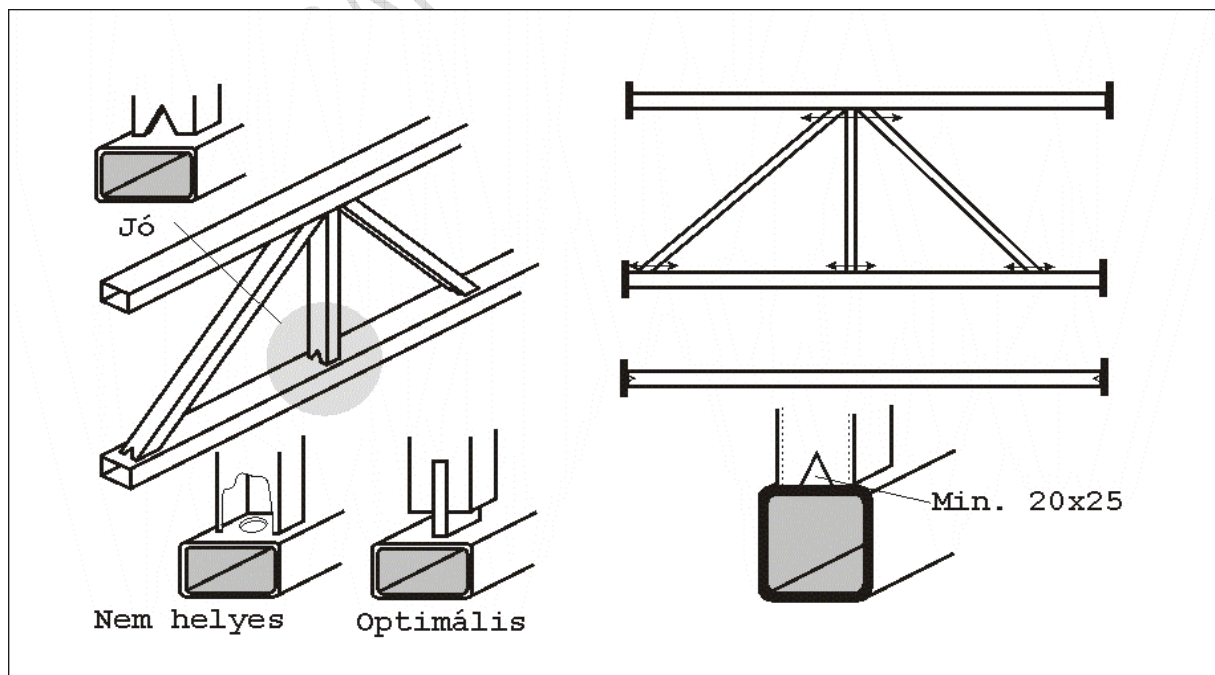


2. kép: Szétrobbant felület 1



3. kép: Szétrobbant felület 2

A csőszerű szerkezetekből gyártott rácsos tartóknál a kockázatok kizárása érdekében biztonságos nyílások kialakítását kérik (4. kép). A rejtett furatos megoldásokat a legtöbb tűzihorganyzó vállalat nem fogadja el.



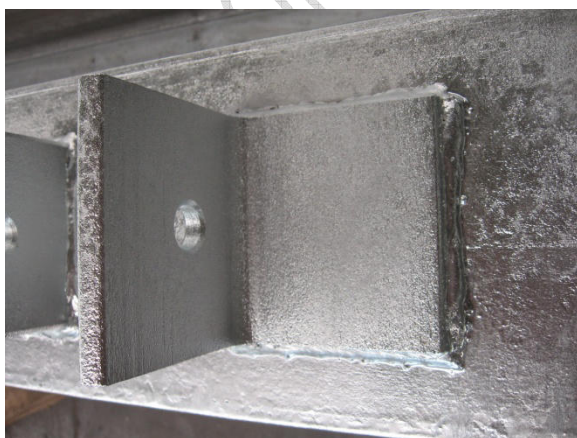
4. kép: Helyes és helytelen technológiai nyílások

Átlapolt kapcsolatok helyes konstrukciója

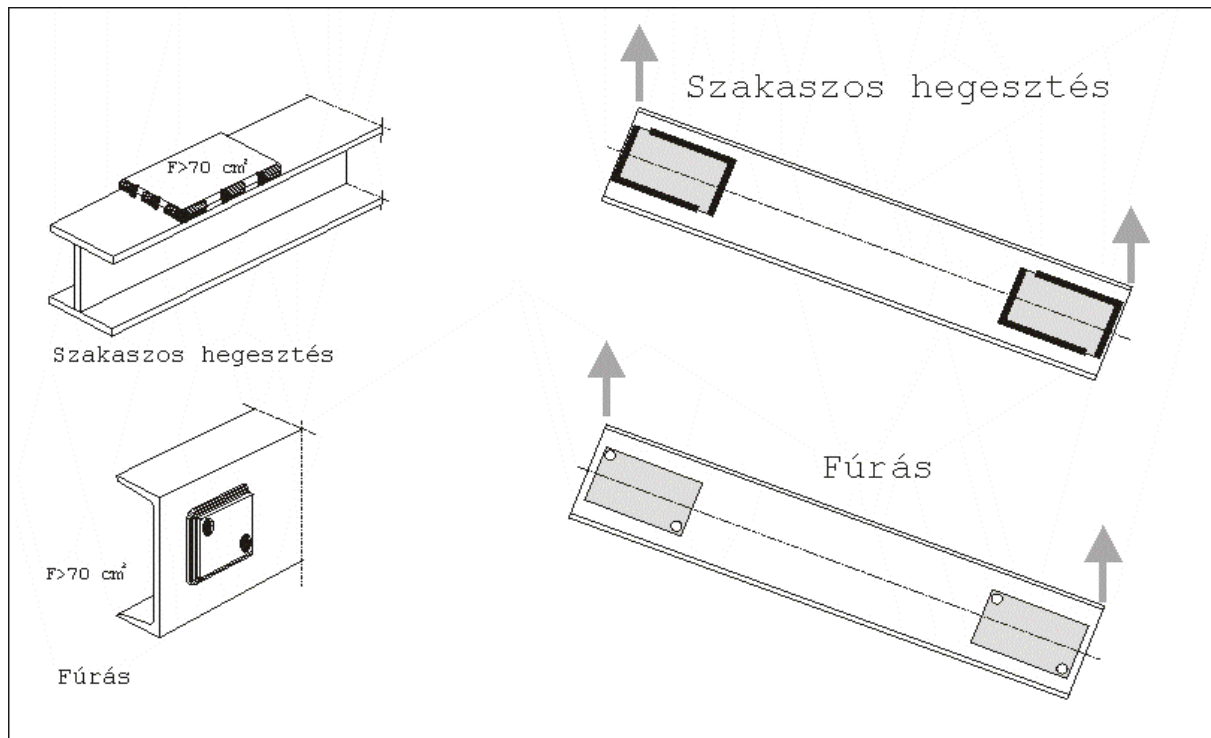
Az átlapolt kapcsolatok esetében, meghatározó az átlapolt felület mérete. Ennek megfelelően kell megválasztani a helyes konstrukciót. Ennek az oka, hogy az átlapolt felület növekedésével arányosan nő a baleseti kockázat, ezért a tűzihorganyzó üzemek a termék, illetve saját maguk védelme érdekében szigorúan megkövetelik bizonyos szabályok betartását (1. táblázat). Cikkünk 5. és 6. képe átlapolt kapcsolatok kialakítását mutatják.

Átlapolt felület nagysága	Szükséges megoldások
Az átlapolt felületek között ne legyen illesztési hézag, a felületek tiszták és nedvességmentesek legyenek!	
$> 70 \text{ cm}^2$	A teljes felület gáztömör körbehegesztése.
$70 - 1000 \text{ cm}^2$	2x ≥ 12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkok környékén, vagy 2x ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkok környékén
$1000 - 2500 \text{ cm}^2$	4x ≥ 12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkok környékén, vagy 4x ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkok környékén
$> 2500 \text{ cm}^2$	≥ 12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkoktól kezdve 300 mm-enként folyamatosan, vagy ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkoktól kezdve 300 mm-ként folyamatosan

1. táblázat: Átlapolt felületek tervezési szabályai



5.--6. kép: Átlapolt felületek helyes kialakításai a gyakorlatban (balra, 70 cm^2 alatti felület körbe hegesztve, jobbra, fúrás átlósan az alaplemezig)



7. kép: Átlapolt felületek helyes technológiai nyílásai a tűzihorganyzási pozíciónak megfelelően

Az 1. táblázatban foglaltaknak megfelelő kialakításokat úgy kell megtervezni, hogy azok az adott munkadarab horganyzási pozíciójának feleljenek meg (7. kép). Amennyiben a horganyzást követően szabad rések keletkeznek a felületek között, a korróziós góccok megelőzése érdekében, legalább 90%-os, nagy tisztaságú cinkpor tartalmú horganypasztával, 2-3 mm vastagságú bevonattal el kell tölteni.

a-á

A bérhorganyzási árak csökkentése optimális acélminőség alkalmazásával

Az ún. bérhorganyzás során a megrendelő fél a legtöbb esetben a készáru tömege alapján kapja meg a számlát a bevonó üzemtől. Ez azt jelenti, hogy minél nagyobb lesz a horganyzás utáni tömeg, annál több pénzt kell fizetni a szolgáltatásért. Praktikusan ez azt is jelenti, hogy az acélszerkezet gyártójának céljai a következők lehetnek:

1. A horganybevonat vastagsága a szerkezet minden felületén érje el a szükséges minimális értéket (korróziós követelmény).
2. A bérhorganyzás díja a lehető legkisebb legyen (gazdaságossági követelmény).
3. A horganyzott termék minősége feleljen meg a követelményeknek (piaci követelmény).

Amennyiben a ebből a három követelményből kiragadjuk a gazdaságossági szempontokat, bérhorganyzás díját a 2. táblázat szerinti paraméterek határozzák meg.

Paraméter	Horganyfelvétel	Munkaigényesség	Mennyiség
Változó	Acél kémiai összetétele	Termékméret	Rendelési tömeg

2. táblázat: A bérhorganyzás költségeit meghatározó termékjellemzők

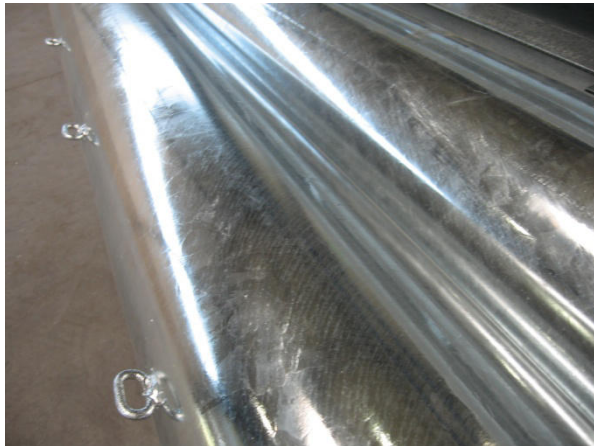
Az acélok kémiai összetételének döntő hatása a horganyréteg vastagságára. Az EN ISO 1461:2009 szabványban foglalt minimális rétegvastagságok a legtöbb esetben messze kielégítik a bevonattal szemben támasztott követelményeket. Az acélokban levő szilícium és foszfor tartalom, jelentős hatású a kialakuló fémréteg vastagsága szempontjából. Ennek megfelelően az acéltermékekre vonatkozó gyártási szabványok tartalmazznak az optimálisan tűzihorganyozható acélokra vonatkozó összetételi előírásokat, melyről az acélszerkezet gyártójának az acélkereskedővel kell megállapodni. Az optimálisan tűzihorganyozható acélok ma már tömegacélok, könnyen beszerezhetők. Cikkünk 3. táblázatában található meg összefoglalva a legfontosabb előírások.

Bevonat várható megjelenése	EN 10025-2,-3,-4: 2004 (7.4.3 és 7.2.4 pontok)			EN ISO 14713-2: 2009	Bevonat várható vastagsága (μm)*
	Si (%)	Si + 2,5 P (%)	P (%)		
(A) Fényes, ezüstös	$\leq 0,03$	$\leq 0,090$	-	Si $\leq 0,04\%$ és P $< 0,02\%$	50-150
(B) Szürke, sötétszürke	-	-	-	$0,04\% < \text{Si} \leq 0,14\%^{**}$	250-600
(C) Fényes-ezüstös	$0,14\% \leq$ és $\leq 0,25$	-	$\leq 0,035$	$0,14\% < \text{Si} < 0,25\%$	100-250
(D) Fényes-ezüstös	$\leq 0,35^{***}$	-	-	-	100-250
(E) Szürke, sötétszürke, foltos	-	-	-	Si $> 0,25\%$	200-600
*Átlagos érték, mely függ még az acélszerkezet vastagságától, konstrukciójától, és felületi minőségétől					
**Speciálisan ötvözött (Technigalva) fürdők esetében jóval vékonyabban lesznek a bevonatok (80-150 μm)					
*** Csak speciálisan ötvözött horganyoldadékok esetén (egyeztetni kell a horganyzóval)					

3. táblázat: útmutató az optimálisan tűzihorganyozható acélok kiválasztásához

Amennyiben, a táblázat szerinti „A” és „C” minőségeket választjuk, akkor az acélszerkezeten várhatóan fényes, ezüstös és optimális (az EN ISO 1461:2009 szabványnak megfelelő, de nem túl vastag) horganyrétegek képződnek. Megjegyezzük, hogy a bevonat vastagságát befolyásolja még a munkadarabok mérete és anyagvastagsága is. Amennyiben a táblázatban szereplő minőségekkel dolgozunk, a bérhorganyzási díj akár 5-10%-kal is kevesebb lehet. Ez praktikus azt jelenti, hogy például egy 5 mm vastagságú acélszerkezeten képződhet átlagosan 90 μm , de akár 200 μm vastag réteg is. Ez 1000 kg terméknel kb. 3,2 %, illetve kb. 7,3% is lehet. Azaz az 1 tonna „fekete” tömeggel

rendelkező acélszerkezet horganyzást követően 1032 kg, illetve 1073 kg lesz. A többlet költsége a horganyoztatónak tonnánként 41 kg x egységár (Ft/kg) lesz.



8.- 9. kép: Balra fényes, optimális vastagságú bevonat, jobbra, vastag, szürke horganyréteg

A túl vastag horganybevonatok a legtöbb esetben már szabad szemmel is megkülönböztethetők az optimális vastagságú rétegektől (8.-9. képek).

sz-b

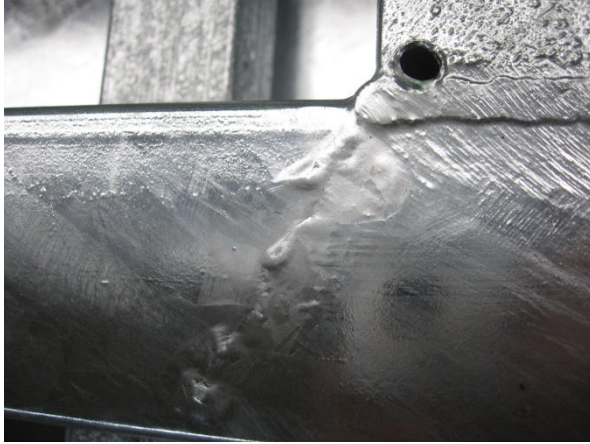
A technológiai nyílások méreteinek hatása a bevonat minőségére

Mint arról már korábbi cikkeinkben többször is volt szó, a horganyolvadékban tartózkodás időtartama (expozíciós idő) befolyásolja a kialakuló fémréteg jellemzőit (vastagságát, megjelenését). Általános szabály, hogy minél több időt tölt el egy termék a fémolvadékban, annál vastagabb lesz a felületén képződő horganyréteg.

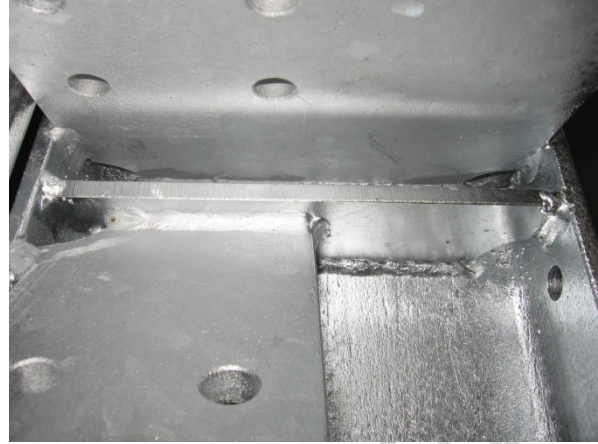
A horganyzás expozíciós ideje három idő-komponensből áll:

1. Bemerítés ideje.
2. Hamu kiúsztatás és elhúzás ideje.
3. Kiemelés ideje.

A fenti három időtartam mindegyikére jelentős hatással vannak a technológiai nyílások méretei és mennyisége. Amennyiben túl kicsik a befolyó-és kilevegőző nyílások, furatok, akkor lassan lehet a fémolvadékba meríteni a darabot és jelentősen, akár 50-100%-kal is megnőhet a bemerítéshez szükséges idő. A salakok is sokkal gyorsabban kiúsznak a zártabb részekből, ha megfelelő nagyok a nyílások. Kiemelés során, zártabb szelvényeknél, a túl kicsi kifolyó furatok miatt csak kisebb lehet a kiemelés sebessége, így megnő az ehhez szükséges idő hossza is. Összességében mindhárom munkatevékenységre negatívan hatnak a túlzottan kicsire méretezett lyukak (10. kép). A megfelelő méretűek, pedig segítik az optimális és gazdaságos, ugyanakkor tetszetős védőrétegek kialakulását (11. kép).



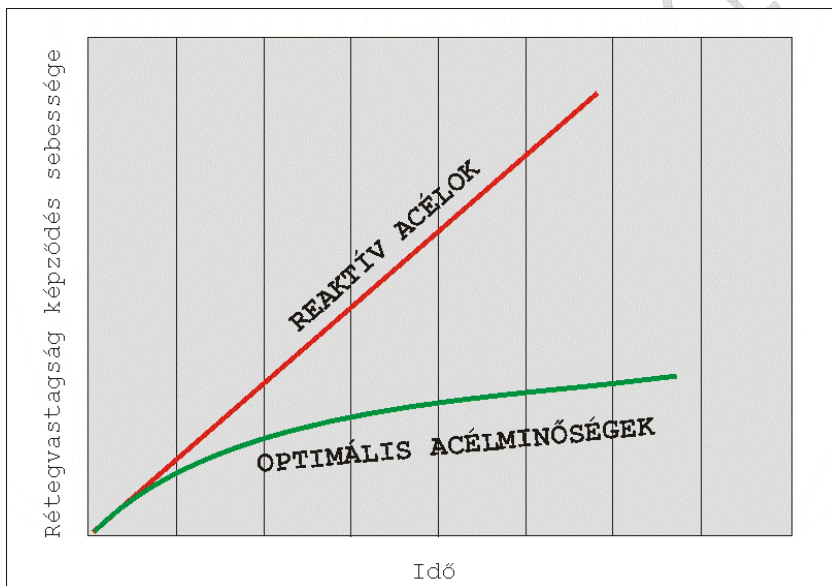
10. kép: Túl kicsi nyílás, megfolyással



11. kép: Megfelelő méretű technológiai nyílások

A reaktív acélok érzékenyebbek a technológiai nyílások méreteire

Mostani lapszámunk előző cikkében részletesen tárgyaltuk az egyes acélminőségek kiválasztásának szempontjait. Az ún. reaktív acélok (B, E) esetében, illetve az optimális kémiai összetételű acéloknál más-más matematikai függvénnyel írható le a rétegeképződés sebessége (12. kép).



12. kép: A bevonatképződés sebességeinek változása az idő függvényében (jelleggörbék)

A grafikonon látható jelleggörbékéből jól látszik, hogy az acélok ötvözői, vagy szennyezői milyen hatást fejtenek ki a rétegeképződésre. A sebességkülönbség háttérében, az egyes acélféleségeken lejátszódó folyamatoknál, termodinamikai törvényszerűségek, valamint a reakciókban fizikai, termodiffúziós különbségek húzódnak meg.

a-á

A helyes tervezés és gyártás alapvetően meghatározza a tűzihorganyzott termék minőségét és használhatóságát

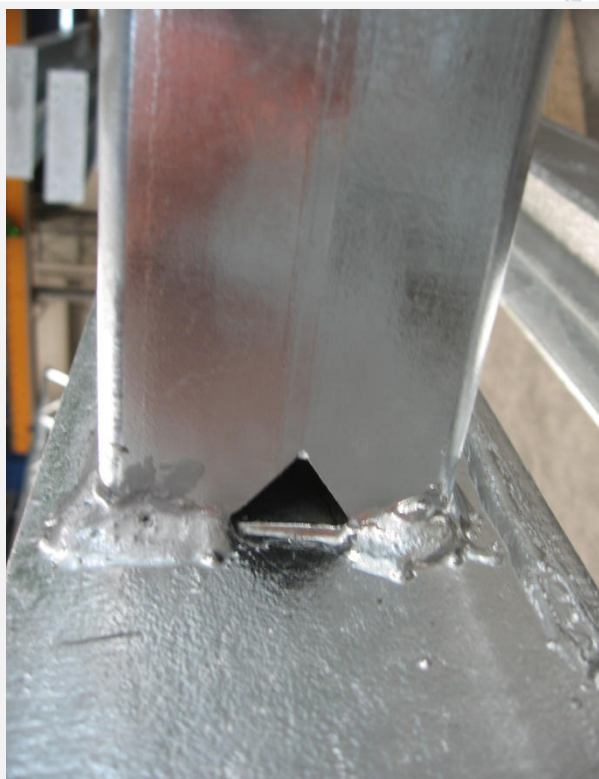
A technológiai furatok, egyéb nyílások helye, méretei, darabszáma jelentős hatással van a horganyfürdőben képződő bevonat jellemzőire. Túl kicsi nyílások esetében, túl hosszú lesz a horganyzási idő, emiatt az indokoltnál vastagabb és kevésbé tetszetős lesz a védőréteg, nagyobbak lesznek a tűzihorganyzás költségei is.



Optimálisan kialakított technológiai furatok.



Rossz konstrukció, hiányzó technológiai nyílás.



Megfelelő méretű és pozíciójú technológiai nyílás.



Túl kicsi technológiai nyílás miatt salak maradt a zártszelvényben.

A tőzsdei horganyár alakulása 2015.10.- 2016.03. hónapokban

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

