

2025.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – XIII. évfolyam, 4. szám



Tisztelt Olvasóink!

Év vége van. Általában a gazdasági szereplők teljesítménye is „ünnepi” állapotokat mutat. Szerkesztőségünk azonban közreadja most is online szakfolyóiratunk soron következő számát. Benne három dolgozattal, melyek közül kettő hasonló témakört érint, míg a harmadik ezektől eltérő tárgyban íródott, befejezése a szeptemberi számban elkezdett cikkeknek.

Oldalainkon már többször érintettük a technológiai előkészítés fontosságát, mely szükséges, de nem elégséges feltétele a kiváló minőségű tűzihorganyzott termékeknek. A bérhorganyzási gyakorlatban sok vállalat még többféle terméket kíván tűzihorganyztatni, melyek között gyakran felbukkannak ládák, konténerek, vagy rácsos kalodák.

A konténerek, szállítmányozáshoz, tároláshoz használt ládák szinte minden pillanatban szerepelnek a valamelyik horganyzómu aznapi munkái között. Annak ellenére, hogy egyszerű és általában típustermékekéről van szó, mégis időről-időre minőségi kifogások merülhetnek fel, ha nem megfelelően lettek tűzihorganyzáshoz előkészítve.

Miután valamilyen acélszerkezetet készre gyártottak, már csak „kompromisszumos” minőséget tud a horganyzómu átadni, melynek okait lapszámunk egyik cikkében boncolgatjuk.

Az acélminőségek kérdése egy örökzöld téma. A különleges acélféleségek bevonhatóságáról szóló cikkünkben igyekszünk több félreértést eloszlatni, iránymutatásokat is adni, ezzel egyelőre befejezve az acélminőségek tűzihorganyozhatóságának ismertetését.

Valamennyi olvasónk részére Békés Karácsonyi Ünnepeket és sikeres Új Esztendőt kívánunk!

2025. december 18.

Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Szakmai Bizottság

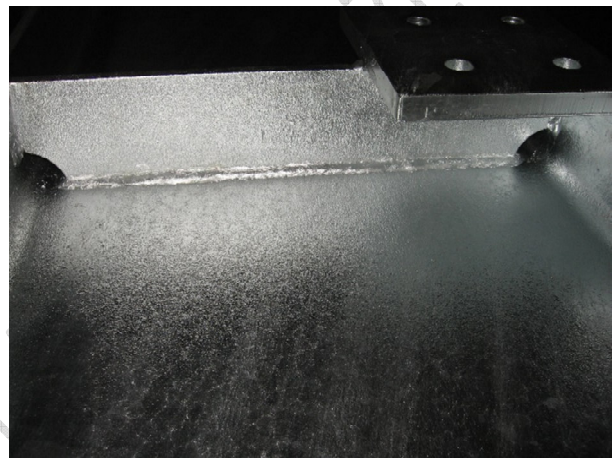
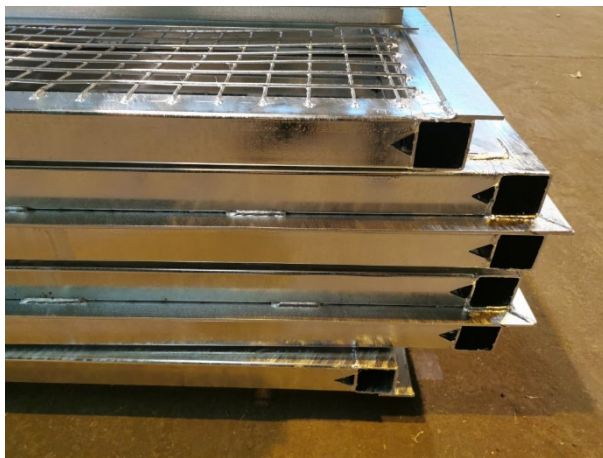
FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkért a kiadó nem vállal semmiféle felelősséget. A folyóiratban közölt cikkek, fényképek és ábrák más kiadványban, nyomtatott és elektronikus termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége írásos engedélyével történhet.

A szerkesztőség tagjai: Nagy Miklós, Imre Miklós, Antal Árpád, Kopasz László, Paulik Antal

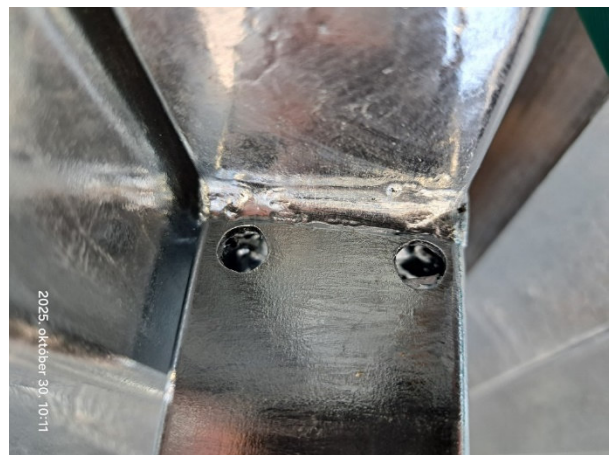
Címlapfotó: Tűzihorganyzott gépjármű alváz

Utólag készített technológiai „furatozás” problémái

A tűzihorganyzáshoz tervezett acélszerkezeteknek a mechanikai és statikai követelmények mellett eleget kell tennie a tűzihorganyozhatósági feltételeknek is. Az acél alapanyagok megfelelő kémiai összetétele, a gyártás és a hegesztés technológiáján kívül szükséges az előírások szerinti méretű és megfelelő helyre készített technológiai nyílások elhelyezése is. Ezeket a nyílásokat, melyekről a szükséges információk az MSZ EN ISO 14713:2 szabványban található, már az acélszerkezet *gyártása* során ki kell alakítani. A nyílásokat az ideális pozícióba a szerkezet összehegesztése előtt, még *alkatrész állapotban* lehet a legkönnyebben elhelyezni (1-2. kép). Ezeket utólag a már kész szerkezeten, általában körülményes, nehézkes és a megfelelő pozícióba legtöbbször szinte lehetetlen elkészíteni.



1-2. kép: Ajánlottak a már gyártáskor kialakított technológiai nyílások



3-4. kép: Utólagosan elhelyezett technológiai nyílások problémákat okoznak

A hiányzó horganyzástechnológiai furatok utólagos elkészítésének a fő problémája, hogy a nyílások a hegesztési varrat, a szerkezet konstrukciós kialakítása, vagy magának a fúrógépnek mérete miatt csak a szerkezet sarkától, szélétől sokszor több centiméterre helyezhetők el (3-4. kép). Sőt esetleg a hegesztés is áldozatává válik. A zárt munkadarab ebben az esetben kívül

belül maradéktalanul nem átjárható, mivel „zsebek” és „légzsákok” maradnak a sarkoknál. Folyadékba merítve levegő marad benne a legfelső részeken, így a szerkezet minden pontját nem nedvesíteni a folyadék. Ugyanebben a pozícióban a folyadékból a terméket kiemelve, folyadék (pl. horgany) marad a sarkokban. Az eredmény minőségi probléma és veszteség. A horganyzási folyamat során a szerkezet legfelül lévő részeinek zárt üregeiben bent maradó levegő és gáz annak mennyiségétől függően, kisebb nagyobb problémát fog okozni.

Kisebb méretű légzsákkal a szerkezet még elmerülhet a horganyfürdőben (a minimális acél-cink fajsúlykülönbség ellenére is). Ahol csak „levegővel” érintkezett a szerkezet ott a felületen a vegyi tisztítás elmaradása miatt nem alakul ki horganybevonat. Ez a szennyezett, oxidos terület a későbbiekben korróziós göcot fog jelenteni. Páralecsapódás, nedvesség hatására a szerkezet belsejéből állandó rozsdakifolyás várható. A folyamatos oxidálódás miatt a szerkezet belülről, kívülről szinte nem is látható módon, hirtelen fog tönkre menni. Ez akár komoly balesetveszélyt, vagy jelentős anyagi kárral járó eseményt is előidézhet (5-6. kép).



5-6. kép: Légzsákok következménye

Nagyobb méretű „légzsákkal” a termék már nem merül el a horganyfürdőben. A szerkezet súlyának és a levegő által előidézett felhajtóerő arányának függvényében a több száz kilós, vagy akár az 1-2 tonnás szerkezet is „úszhat” a horganyfürdő felszínén.



7-8. kép: Horganymaradványok

Ekkor nemcsak a belső, légszákos felületen nem lesz horganybevonat, hanem a külső, el nem merült szerkezet rész is bevonathibás lesz. Ebben az esetben a megfelelő helyen történő technológiai nyitás, a teljes szerkezet bevonatának a lemaratása és az azt követő újrathorganyzás jelenthet megoldást.

A horganyzási folyamat során a szerkezet alsó részén lévő, hibás helyzetű nyílások a bent maradó folyadék (horgany) mennyiségétől függetlenül mindig problémát okoznak (7-8. kép). A kémiai előkezelés során a különböző vegyi összetételű előkezelő folyadékokat a rosszul elkészített szerkezetek az egyik kezelőkádból a másikba áthordják, összekeverik. Ezzel romlik a vegyszerek hatásfoka, hosszabbodnak az átfutási idők, a vegyszerek korábbi tönkremenetele várható. Ezeknek a fürdőknek a cseréje tetemes költségbe kerül, így kiemelt figyelmet kell fordítani a fürdők minőségének megóvására. Ez az egyik oka, hogy hibás előkészítésű terméket nem lehet beengedni a horganyzási sorra.



9. kép: Gőzrobbanás következménye

A horganyozó kádban a rosszul kialakított termékek bevonatminőségi hibát és költségnövekedést okoznak. Az üregekben maradó folyadék a horganyzási műveletet megelőző szárítás, egyben előmelegítés során maradéktalanul nem szárad ki. A horganyfürdőbe történő beengedéskor ez a folyadék a 450 °C-os horgannyal érintkezve azonnal gőzzé alakul. Ez a folyamat rendkívül balesetveszélyes az ott dolgozókra nézve, valamint jelentős mennyiségű horganyt fog a szerkezet egyéb részeire és a környezetbe fröcskölni. A forró horgany a szerkezet még el

nem merült részén károsítja a folyósító szer (flux) sóját, mely a horganyfürdőbe érve már nem fogja ellátni a feladatát. Ezeken a fröccsenést elszenvedett helyeken nem fog horganybevonat kialakulni. A szerkezetben maradt folyadék kritikus esetben gőzrobbanást is okozhat, mely nemcsak az acélszerkezetet károsíthatja (9. kép), hanem súlyos balesetet is okozhat.

A szerkezet kiemelése során az üregekben maradó tiszta horgany jelentős veszteséget okoz a horganyzó üzemeknek. Ugyanis a horganyt jelentősen drágábban lehet csak megvásárolni, mint amennyiért magának a szerkezetnek a horganyzását elvállalják. A bevonat minőségi problémáját az üregből kifolyó horgany fogja okozni. A technológiai folyamat során a szerkezetnek folyamatos döntésével kell az ideális dőlésszöveget beállítani, hogy a horgany a minél egyenletesebben tudjon ki-, és lefolyni a szerkezet minden felületéről. A még szerkezetben lévő horgany üregekből történő „utánfolyása” miatt a darab felületein és élein felvastagodások keletkeznek, melyek az esztétikai hibák mellett, akár a felhasználhatóságot is megakadályozhatják. Ezt a káros folyamatot a daruk által okozott rengések is elősegíthetik (10-11. kép).



10-11. kép: Horgany „utánfolyások” a szerkezetek oldalán

Cikkünk alapján látható, hogy mekkora jelentősége van egy szerkezet megfelelő tervezésének és horganyzásra alkalmas gyártásának. Rengeteg probléma elkerülhető a tűzhorganyzásnál, ha gyártáskor a szerkezet a horganyzás-technológiai előírásoknak megfelelően készül el. Ezzel a gyártók saját munkájukat is könnyebbé teszik, valamint egy kiválóan elkészített, több tíz évig karbantartásmentesen használható terméket tudnak majd átadni megrendelőjüknek.

i-m

Konténerek, konténer alvázak minőségi tűzhorganyzásának tervezési és gyártási követelményei

A konténerek legfontosabb funkciója a tárolásra, szállításra szánt termékek egyszerű és gyors mozgatása. A kisméretű ömlesztett termékek mellett nagyobb méretű tárgyak, szálanyagok, esetleg speciális alkatrészek számára kialakított egyedi konténerek használata elterjedt az iparban és a kereskedelemben. Némely fémkonténer kommunális hulladékok vagy csomagoló anyagok összegyűjtésére és tárolására szolgál. Közös jellemzőjük az igénybevétel, a benne tárolt anyagok folyamatos ki-berakodása, anyagmozgató berendezéssel történő rakodás, ezért a kellő szilárdság és korrózióvédelem érdekében a tűzhorganyzott kivitelben gyártott, elnyúlhatatlan acélkonténereket, ládákat és kalodákat, széles körben használják.

Nagyobb méretű konténereknél a felépítmény nem horganyzott, bizonyos esetekben nem is fémből készül, de az alapkeretet a statikai okok és korróziós igénybevétel miatt ezeknél is tűzhorganyzott acélból készül (12. kép). Általában nyitott idomszelvényből gyártott sík szerkezet, a sarkain a megfogáshoz nyílásokkal ellátott lábakkal. A lábak az emelés és szállítás mellett, a konténer telepítését és tárolását is megkönnyítik. A horganyozhatóság érdekében az alapkeret gyártásához felhasznált idomszelvények csatlakozó pontjainál technológiai

nyílások szükségesek, amit a tervezésnél figyelembe kell venni, célszerű a gyártó üzem számára, már a terveken feltüntetni.



12. kép: Konténer alváz



13. kép: Rácsláda

A kisebb konténerek és kalodák a méretüktől függően egyben készülnek. A három befoglaló méretet egyeztetni kell a kiszemelt horganyzó üzemmel. A szabványos méretű konténerek, általában nem okoznak problémát, de az egyedi vagy speciális, a tárolandó termék igényeihez gyártott konténerek méretei meghaladhatják a szabványos méreteket, ezért szükséges a megfelelő tűzihorganyzó kádméretet felkeresni.



14. kép: Konténer alul nyitott lábbal

A kalodák közül a legtöbbet gyártott és legklasszikusabb az úgynevezett rácsláda, vagy elterjedtebb nevén „gitterbox” (13. kép). Névleges mérete 800x1200x900 mm. Általában szögacél, néhány esetben zártszelvény keret, hegesztett háló borítással. A termék a legnépszerűbb a kalodák közül, mégis elég keveset horganyoztatnak belőle, sajnálatos módon zömében festett kivitelben készülnek. A tűzihorganyzott termékeknél fontos szempont a keretelemek kapcsolódási sarokpontjaiban elhelyezett technológiai nyílás a horganyömladék és gázok áramlásának biztosítására a felületkezelés folyamata alatt. A tartó lábaknál a legjobb megoldás a megfelelő

méretű és anyagvastagságú nyitott zártszelvény elem, amely nem igényel nyílásokat a bevonat elkészítéséhez (14. kép). Amennyiben zártszelvény úgy helyezük el, hogy mindkét nyitott végét lezárjuk, akkor technológiai nyílásokat, legalább nyolc furatot vagy nyílást kell a sarokpontokban kialakítani (15. kép). A horganyzott kivitelnél számoljunk a tűzihorganyzás

okozta feszültség bevitelre, amitől a vékonyabb huzalból gyártott hegesztett síkhálók hullámosak lehetnek.



15. kép: Hiányoznak a technológiai nyílások

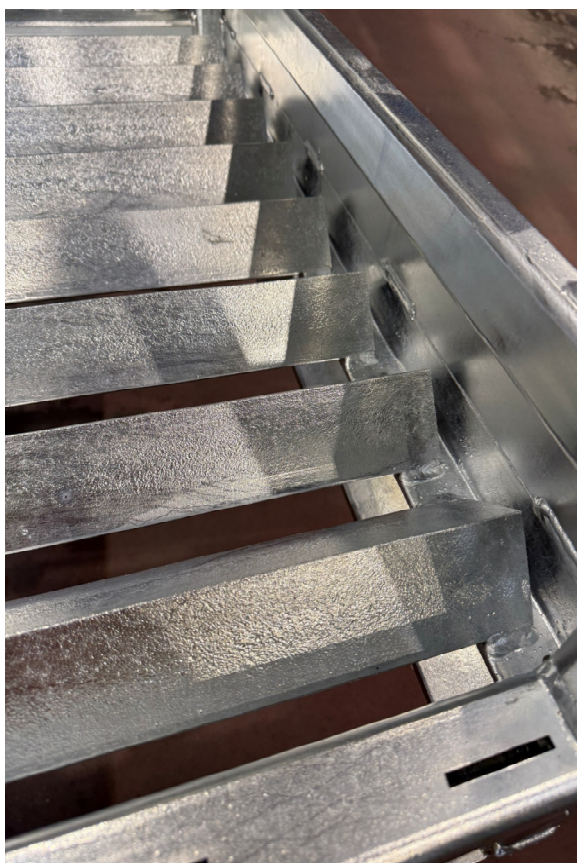


16. kép: Egyedi, nyitható konténer emelő fülekkel

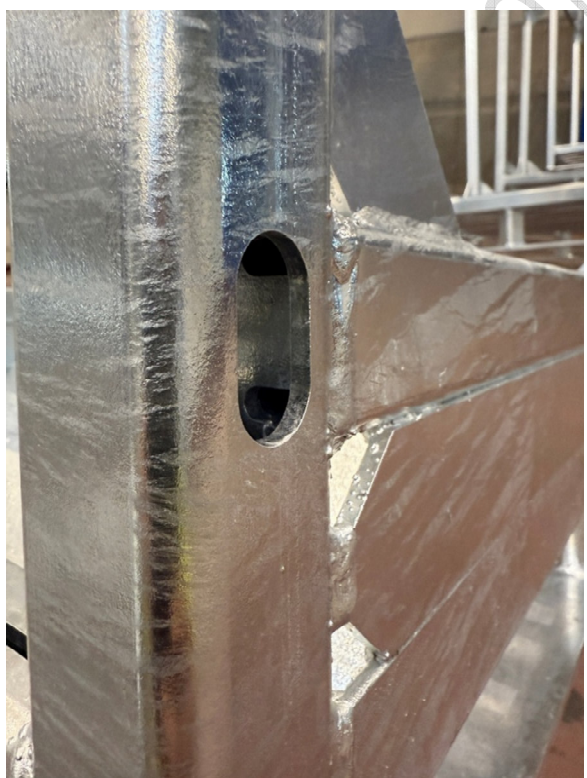
Egyedi rácsos konténerek méretei és kivitelük változóak, a tárolt és szállított termék méreteihez igazodnak (16. kép). Célszerű megoldás, ha az összekötő zártszelvény vagy L-acél végek nem ütköznek a keretelemmez, azok teljesen nyitva maradnak (17-18. kép).

Bizonyos esetekben a zártszelvénykeretek végpontjai egy másik elemhez csatlakoznak, ezért technológiai nyílások szükségesek. Ezek a nyílások lehetnek belső nyílások, de ebben az esetben az ellenőrzéséhez, a vizsgálatot elősegítő betekintő nyílást kell kialakítani (19. kép). Amennyiben a teherhordó fenékelem járórács, gondoljuk át az elhelyezést és a méreteket. Mivel a termék minden egyes elemének a kezelő folyadékok áramlása miatt hegyesszöget kell bezárnia a vízszintessel, a rács helytelen elhelyezésével (20. kép), ne alakítsunk ki folyadéktároló „zsebeket”, mert a kényszerű vízszintes horganyzási helyzetben, egyenetlen vastagságú horganybevonatok, kezelhetetlen mennyiségű horganycseppek alakulnak ki.

A kalodák és konténerek a terhelések és benne tárolt anyagok tömegétől függően méretezettek, robosztus kialakítást kapnak a palack tároló és szállító rendszerek (21. kép). Szabványos méretű kalodákat gyártanak lemez borítással is. A követelmények a kialakításra azonosak a rácsos kalodákkal. Itt is fennáll a vetemedés veszélye, a borítólemezt merevítőbordákkal kell ellátni a deformációk csökkentése érdekében (22. kép).



17-18. kép: Zártszelvények és L-acélok nyitott végekkel



19. kép: „Betekintő” nyílás belső furatok ellenőrzéséhez



20. kép: Folyadékzsebek miatt nem horganyozható konstrukció

Készülnek hulladékgyűjtésre és tárolásra alkalmas konténerek, kivitelük a felhasználás helyétől függ. A lakosságnak készített tűzihorganyzott hulladékgyűjtő konténerek évtizedek óta jó szolgálatot tesznek. A kúpos kialakítás és bordázott lemez kivitel megfelel a technológia követelményeknek, nem okoz deformációt a felületvédelem elkészítése. Az íves fenéklemezen (22. kép) - a konténerbe esetlegesen belekerülő csapadékvíz és folyadékok elvezetésére - nyílásokat helyeztek el, amelyek megfelelnek a horganyzásnál szükséges technológiai kialakításnak.



21. kép: Nagyteherbírású palacktároló kaloda



22. kép: Lemezkonténer merevítő bordákkal

Építési törmeléknek, de folyadék tárolására és gyűjtésére kúpos lemezkonténert gyártanak. A mozgatás megkönnyítése érdekében kerekkel vannak felszerelve. A kúpos kialakítás egyszerűsíti a gyártást, nincs szükség a fenéklemezen nyílásokra a horganyzási technológia érdekében, mert megfelelő oldalhelyzetben, a folyadékok vagy gázok nem rekednek meg az edényben (23. kép). Az egymásba helyezhető konténerek a tárolási és szállítási helyszükségletet jelentősen csökkentik.



22. kép: Kommunális hulladék gyűjtőkonténer merevítő bordákkal



23. kép: Lemezkonténer

A helyszükséglet jobb kihasználása érdekében jónéhány kaloda típus, megfelelő csatlakozási pontok kialakításával, egymásra helyezhető. A felső síkban, a sarokpontokon elhelyezett kúpos szögacél elemeket horganyzási technológia nyílásokkal célszerű ellátni.

Az iparban, mezőgazdaságban és kereskedelemben használt kalodák és konténerek tucatnyi változatával találkozhatunk. A hegesztett hálót, lemezborítást gyakran köracél, vagy laposacél pálcák helyettesítik. Az alapkivitelek ettől függetlenül általában azonosak, a tűzihorganyzás technológiájához szükséges tervezési és gyártási követelmények nem változnak.

n-m

Speciális acélminőségek tűzihorganyozhatósága II.

Előző lapszámunkban érintettük az alumíniummal ötvözött, a rozsdamentes (Cr-Ni) acélok, valamint a betonacélok bevonhatóságát. Az alábbiakban a mangánacélok, az automataacélok és növelt folyáshatárú acélok tűzihorganyozhatóságát érintjük.

Mangánnal ötvözött acélok

Ezek a magas Mn-tartalom miatt nagyon kemény acélok. Tűzihorganyzásuk lehetséges, de próbahorganyzás javasolt annak érdekében, hogy a képződő horganyréteg vastagsága megfelelő lesz-e. Általában a szokásosnál vastagabb horganyrétegek a jellemzők. Acélszerkezetek keménysége kismértékben, de nem számottevően csökkenhet a tűzihorganyzás hőhatása miatt.

Automataacélok

A jó forgácsolhatóság érdekében kénnel ötvözöttek, ezért tűzihorganyozásuk eredménye bizonytalan. A pácolódási folyamat alatt a pácfolyadékba kioldódó kén (S) erősen megváltoztatja az acél felületi struktúráját, bevonathiányos felületek, vagy erős bevonati eltérések jöhetnek létre. Tűzihorganyzásuk eredménye bizonytalan, nem javasolt. Szükség esetén próbahorganyzást követően lehet eldönteni a kérdést.

Növelt folyáshatárú acélok

Gyártásuk módja miatt szilárdságuk megnő, és különösen alkalmasak dinamikus igénybevételekhez. A belőlük előállított acélszerkezetek tűzihorganyzása mindennapi gyakorlat része (24. kép), de bizonyos folyamatszigorításokat követel meg.

Tűzihorganyzásuknál kulcsszerepe van a horganyfürdő magas (450°C körüli) hőmérsékletének és a horganyfürdő ötvöző-tartalmának. Az acélszerkezetek a horganyolvadékban teljesen átveszik ezt a hőfokot és akár 15 percig is a horganyfürdőben tartózkodnak. Ez alatt az idő alatt – kivétel nélkül minden esetben - kismértékben megváltoznak az acél szilárdsági jellemzői, a fenti folyamat egy enyhe feszültségcsökkentő hőkezelésnek is megfelel.



24. kép: Nagyméretű gépészeti acélszerkezet tűzihorganyozva

A gyakorlatban nagy jelentőségük van az ilyen acélféleségeknek. Például daruk gémszerkezetei, nyomástartóedények, vagy járművek egyes szerkezeti részeinek alapanyagainál használják ezeket őket (pl. EN 10025-6, EN 10028-3). Mivel folyáshatárjukkal szemben szigorú követelmények vannak, már az acélszerkezet tervezési időszakában a tűzihorganyzó vállalattal szoros kapcsolatot kell kialakítani. Fő célok az előkezelési és tűzihorganyzási idő hosszának minimalizálása, a technológiai kezelési módok szigorú szabályozása és előírás szerinti ellenőrzések következetes végrehajtása.

Növelt folyáshatárú acélokból gyártott acélszerkezetek esetében a tervezés-gyártás-tűzihorganyzás hármas egységében, a fémolvadék okozta repedések (LME: Liquid Metal Embrittlement) elkerülése érdekében, javasoljuk figyelembe venni a hatályos *DAST Richtlinie 022* német előírás rendelkezéseit is.

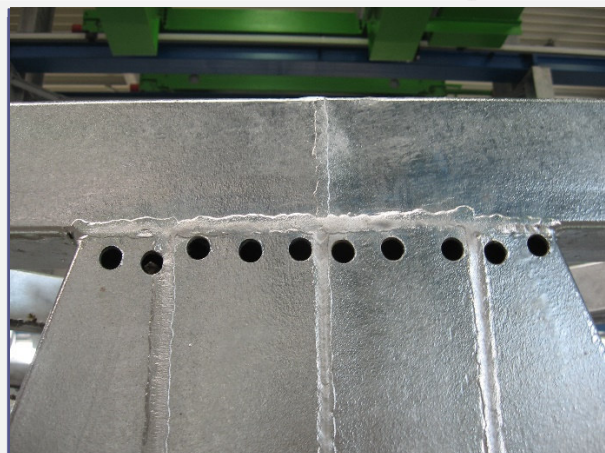
a-á

A tűzihorganyzáshoz szükséges technológiai nyílások helyeit már a „tervezőasztalon” el kell készíteni

A már készre gyártott acélszerkezeteken a tűzihorganyzáshoz szükséges, megfelelő technológiai nyílások kialakítása a legtöbb esetben technikai akadályokba ütközik. Az utólagos fúrások, kivágások és egyéb műveletek a legtöbb esetben minőségi problémákhoz és vitákhoz vezetnek, ezért kerülendők.



Gépészeti acélszerkezetek eltérő acélminőségű alapanyagokból



Utólagosan kialakított technológiai nyílások nem esztétikusak és problémákat okozhatnak



Egy utólag „készített” technológiai nyílás kifogásolható minőséget eredményezett



Lángvágással készített technológiai nyílás nem ajánlott megoldás

A horganyár alakulása 2025.06. - 2025.11. hónapokban

A közölt adatok a nagytisztaságú (SHG Zinc; 99,995%) havi átlagos, helyszínrre leszállítottan meghatározott horgany eladási árakat mutatják (Forrás: www.feuverzinken.com).

