

**MAGYAR
TŰZIHORGANYZÓK
SZÖVETSÉGE**



TŰZIHORGANYZOTT DARABÁRUK (MSZ EN ISO 1461)

JELENSÉGEK ÉS HIBÁK KATALÓGUSA



Készült: 2019. május


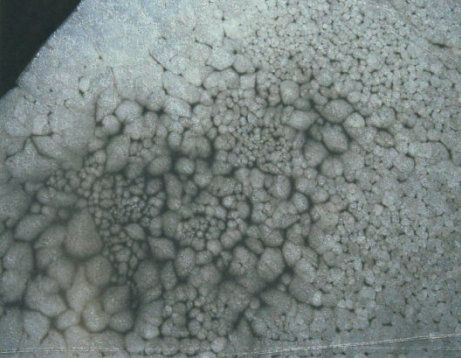
Szerkesztette: a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége Szakmai Bizottsága

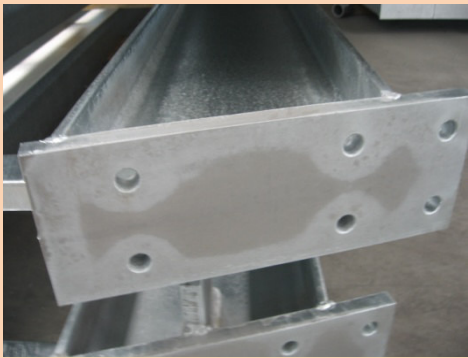
1. táblázat: ACÉLSZERKEZETEK KONSTRUKCIÓJÁBÓL SZÁRMAZÓ HIBÁK, JELENSÉGEK


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="197 783 629 823"><i>Lemezfelületek deformációja</i></p>	<p>Főleg a vékonyfalú acélszerkezetek ($v < 5$ mm) hegesztésekor, a keletkező hőhatások miatt a vékonyabb lemezből készült alkatrészek deformációt szenvednek el. Minél nagyobb a hegesztés varraterősség/lemezvastagság aránya, annál nagyobb az esélye a kialakuló káros mértékű alakváltozásoknak. Oka, hogy a hegesztés során, a hegesztési varrat hőhatási övezetében képződő húzófeszültségek deformációt okoznak.</p>	<p>A sík lemezfelületek szabad szemmel is jól látható elvetemedése, mely kézzel is jól kitapintható, követi a hegesztési varrat vonalát. A hiba a már tűzihorganyzott, fényes felületeken figyelhető meg legjobban.</p>	<p>Nem téveszthető össze semmilyen hasonló jelenséggel.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Az acélszerkezetek hegesztése során a hegesztési paramétereket (heg. áramerősség, varratméretek) olyanra kell beállítani, hogy az a vékonyabb lemeznek se okozza a szemmel is jól látható alakváltozást. A hegesztett acélszerkezetek alapanyag vastagságainak különbségét minimálisra kell venni (arányuk < 5 legyen, de vastag lemezneknl legfeljebb 1,5–2-szeres).</p>
 <p data-bbox="219 1257 607 1337"><i>Nagy lemezfelületek, dróthálók hullámosodása</i></p>	<p>Vastagabb idomacél keretbe foglalt, vékony lemezek ($v < 6-8$ mm), drótfonatok jellegzetes deformációja. A nagy vastagságkülönbségű hegesztett acélszerkezeti részek nem azonos időpillanatban veszik át a fémolvadék hőmérsékletét. Ebből adódóan a vékonyabb lemezek alakváltozása előbb befejeződik, így a még nem teljesen megnyúlt, vastagabb anyagú részek merev keretként viselkednek, és a vékony részek teljes nyúlását korlátozzák és ennek következtében azok a síkjukból maradandó alakváltozással térnek ki (hullámosodnak).</p>	<p>A lemezfelületek szabad szemmel is jól felismerhető hullámosodása, horpadásokra emlékeztető deformációja.</p>	<p>Nem téveszthető össze semmilyen hasonló jelenséggel.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Lehetőség, hogy a vékony lemezeket utólagosan rögzítik (pl. rozsdamentes csavarokkal, szegecsekkel) a keretekbe. A másik mód, hogy a vékony lemezfelületeket megfelelő alakú, méretű, és mélységű benyomott bordákkal merevítik. Ezek méreteinek pontos beállításához próbahorganyzás javasolt. Hálók esetén javasolt a húzalpálcákat úgy rögzíteni, hogy alakváltozásuk szabad legyen. Illetőleg a kerettől külön történő horganyzás, és utólagos beszerelésük a keretbe.</p>

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="197 659 636 743"><i>Átlapolt felületek szétnyílása (szétrobbanása), felfúvódása</i></p>	<p data-bbox="674 379 1133 667">Olyan esetekben, amikor átlapolt szerkezeti kapcsolatot alkalmaznak, és a felületek között nedvesség marad, vagy beszivárog, a horganyoldadékba történő bemerítés közben több száz bar nyomás keletkezhet. Ez a gőznyomás szétrobbanthatja a felületeket. Súlyos esetben az emberi életet is veszélyezteti! Komoly anyagi károkat okozhat.</p>	<p data-bbox="1167 379 1440 635">Az egymásra fektetett és hegesztéssel lezárt felületek oldala szétnyílik, miközben a hegesztés, vagy a hegesztés melletti anyagrészek elszakadnak.</p>	<p data-bbox="1473 443 1664 571">Nem téveszthető össze semmilyen hasonló jelenséggel.</p>	<p data-bbox="1697 284 2033 722">Tervezésnél/gyártásnál: Az átlapolás helyett más konstrukciót kell alkalmazni. Amennyiben ez nem lehetséges, 70 cm² átlapolt felületig gáztömör varrattal kell az egymásra fekvő lemezfelületeket körbe-hegeszteni. 70 cm² felett lehetséges megoldások: a felső lemez alaplemezig történő átfúrása (2 db, min. Ø15 mm-es furat) pozícióhelyesen, illetve szakaszos hegesztési varratok alkalmazása. Ilyenkor utólag azonban számolni kell korróziós göcökkel.</p>
 <p data-bbox="241 1142 591 1185"><i>Szivárgások kialakulása</i></p>	<p data-bbox="674 831 1133 1086">Le nem zárt, vagy hibás hegesztési varratok esetén, illetve átlapolt és körben le nem hegesztett átlapolt felületeknél, a tűzhorganyzást követően sötétbarna, zöldesbarna, barna színű lé folyik ki a felületek közül. Ez a kifolyt anyag megmarja a horganyfelületet és erős korróziót, illetve esztétikai károkat okoz.</p>	<p data-bbox="1167 767 1440 1150">A felületek közül sárgásbarna, vagy zöldes-fekete színű lé folyik ki és letörölve korróziós nyomot hagy maga után. A jelenség közvetlenül horganyzást követően, vagy a termékek megázásakor, esetleg csak később, a felhasználáskor fordul elő.</p>	<p data-bbox="1473 927 1664 1054">Nem téveszthető össze semmilyen hasonló jelenséggel.</p>	<p data-bbox="1697 847 2033 1046">Tervezésnél/gyártásnál: A hegesztési varratokat tömörre, pórus-és hibamentesre kell készíteni, a varratok végét tökéletesen le kell zárni. El kell kerülni az átlapolásos szerkezeti kapcsolatok alkalmazását.</p>

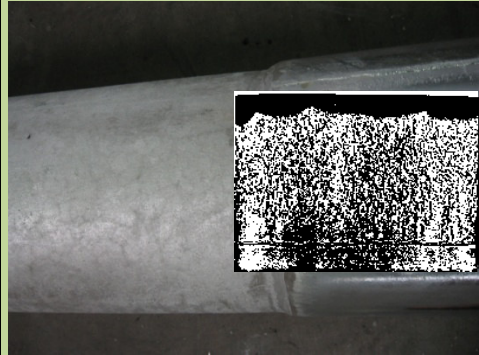
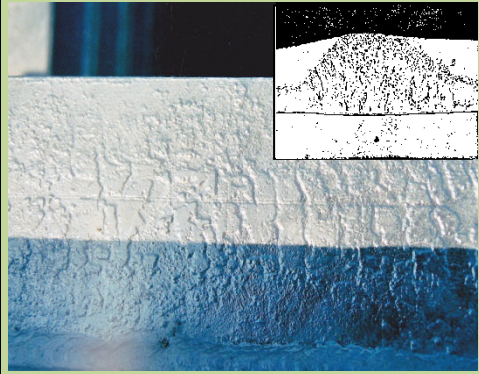
MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="170 655 651 804"><i>Az acélszerkezet anyagának repedése</i></p>	<p data-bbox="651 268 1144 804">A fémolvadékból történő kiemelést követően, vagy a lehűlési folyamat során, szemmel is jól látható, vagy csak nagyító alatt felfedezhető hajszálrepedések keletkeznek az acélszerkezet anyagában. A repedések leginkább a sarkokon, furatoknál, bevágásoknál (feszültséggyűjtő helyeken), illetve legtöbbször hegesztésekben és a hegesztések környezetében, stb. keletkeznek.</p>	<p data-bbox="1144 268 1451 804">Anyagrepedések zezugos vonalban, jellemzően hegesztéseknél és környezetükben, továbbá feszültséggyűjtő helyeken fordulnak elő. Amennyiben a repedésekben horgany van az eldönti, hogy mikor keletkezett és minek a hatására.</p>	<p data-bbox="1451 268 1675 804">Amennyiben a repedt felület vizsgálatokor megállapítható, hogy a repedést a horgany kitölti, akkor a repedés már horganyzás előtt is kialakulhatott (hegesztési repedés).</p>	<p data-bbox="1675 268 2056 804"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Úgy kell megtervezni az acélszerkezeteket, hogy feleljenek meg a DASt- Richtline 022 előírásainak. Ebben foglalt célok szerint megfelelő szerkezeti kialakítással minimálisra csökkentik a feszültségkorróziós repedések valószínűségét. Létrejöttének oka a fémolvadék által indukált feszültségkorrózió (LME: Liquid Metal Embrittlement, LMAC: Liquid Metal Assisted Cracking).</p>
 <p data-bbox="170 1182 651 1342"><i>Hengerelt laposacél káros mértékű hullámosodása</i></p>	<p data-bbox="651 804 1144 1342">A termék olvadékba merítésekor a vízszintesen bemerülő laposacél a horganyzási művelet alatt meghullámosodik, mert bemerítésekor a hengerlési iránya párhuzamos, vagy közel párhuzamos volt a fémolvadék felszínével.</p>	<p data-bbox="1144 804 1451 1342">Síkjától kiemelkedő, hullámos felületek, a rá merőlegesen beépített pedig egyenes maradt.</p>	<p data-bbox="1451 804 1675 1342">Nem téveszthető össze semmivel.</p>	<p data-bbox="1675 804 2056 1342"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> A hosszú termékeket optimális esetben úgy kell megtervezni, hogy az egyes alapanyagok hengerlési iránya a darab fémolvadékba merítésekor ne legyen párhuzamos az olvadék felszínével.</p>

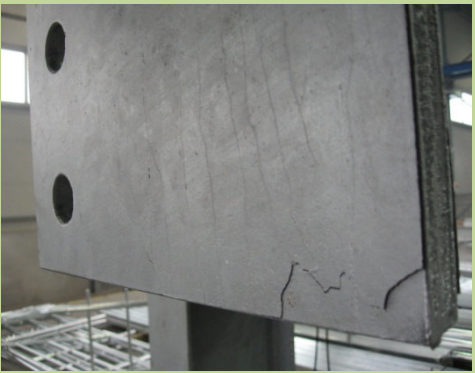

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="181 659 640 743"><i>Furatok teljes, vagy részleges eltömődése horgannyal</i></p>	<p data-bbox="663 411 1144 603">A horganyolvadékból történő kiemelés közben a folyékony horgany felületi feszültsége következtében a fém nem tud teljes egészében kifolyni a furatból/lyukból és azt egészben, vagy részben kitölti.</p>	<p data-bbox="1155 411 1447 603">Szemmel láthatóan kitölti a horgany a furatot, mely lehet vastagabb fémréteg, vagy könnyen eltávolítható hártya.</p>	<p data-bbox="1458 411 1671 635">Hasonló jelenség tapasztalható akkor is, ha a horganyfürdőből történő kihúzás sebessége túl gyors.</p>	<p data-bbox="1682 387 2045 531"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> A tervezésnél úgy kell megválasztani a lyukátmérőt, hogy legkisebb méretű is haladjon meg a 8 mm-t.</p>
 <p data-bbox="181 1158 640 1198"><i>Hálómintás horganybevonat</i></p>	<p data-bbox="663 799 1144 1150">A horganyolvadékból történő kiemelést követően a felületre rakódott tiszta horganybevonat vassal átötvöződik, emiatt szürke foltok alakulnak ki rajta. Az ötvöződés (termodiffúzió) legintenzívebb a cink kristályhatárai mentén, ezért ott alakulnak ki a legsötétebb területek. Kialakulásának oka lehet a vastag falú és zártszelvényes acélszerkezetek lassú lehűlése, vagy/és a kedvezőtlen acélminőség megválasztása.</p>	<p data-bbox="1155 863 1447 1086">Szabad szemmel is jól látható, szürke-foltos, vagy matt szürke horganyrétegek. Optimális acélminőség esetén normál vastagságúak.</p>	<p data-bbox="1458 767 1671 1214">Hasonló jelenség tapasztalható reaktív (kedvezőtlen Si és P tartalmú) acélokból készített acélszerkezetek tűzhorganyzásánál is, de utóbbi esetben a szokásosnál jóval vastagabbak lesznek a rétegek.</p>	<p data-bbox="1682 815 2045 1023"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Tűzhorganyzáshoz optimális konstrukciók (vékonyabb, szellősebb szerkezeti megoldások) és optimális acélminőség megválasztásával lehet megakadályozni a jelenséget.</p>


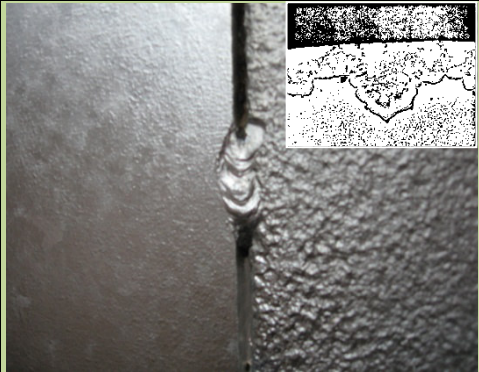
MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Hőfoltosság</i></p>	<p>A horganyolvadékból történő kiemelést követően néhány másodpercen, vagy akár percen belül sötétszürke összefüggő, foltos, vagy ún. leopárdmintázatú bevonatok lesznek láthatóak.</p>	<p>A bevonat szabad szemmel matt szürke, vagy szürke foltos, tapintva enyhén érdes felületű. Az ilyen felületek alatt nagyobb zártabb terek, vagy vastagabb acél anyagok vannak.</p>	<p>Kedvezőtlen szilícium és foszfor tartalmú acélból gyártott acélszerkezet esetén hasonlóak lehetnek a horganybevonatok.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Olyan termék konstrukciót kell választani, hogy a zártabb terekben mielőbb lehűljön a levegő, illetve ne legyenek egymásra fekvő vastag acélfelületek.</p>


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Bedermedt horgany</i></p>	<p>A horganyolvadékból történő kiemelést követően az acélszerkezeti elem zárt részéből nem folyik ki a horgany, hanem beledermed.</p>	<p>Szabad szemmel jól látható és kitapintható több cm vastagságú, tiszta cink dermedvény van a horganyzott termék zárt tereiben.</p>	<p>Semmi mással nem téveszthető össze.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Olyan helyre kell elhelyezni, és olyan méretűre kell választani a horganyozást szolgáló technológiai nyílásokat, hogy a helyes pozícióban felkötött termék minden részéből maradéktalanul ki tudjon folyni az oda bekerülő előkezelő folyadék, valamint a folyékony horgany is.</p>



2. táblázat: ACÉLMINŐSÉG MEGVÁLASZTÁSÁBÓL SZÁRMAZÓ HIBÁK, JELENSÉGEK

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Szürke, szürke foltos, vastag horganybevonat kialakulása</i></p>	<p>A horganyolvadékból történő kiemelés alatt a fényes felületű horganybevonat néhány másodperc alatt részben, vagy teljes egészben szürkévé válik. Ennek oka, hogy a termodiffúziós folyamat sebessége olyan nagy, hogy rövid idő alatt vassal átötvöződik a legfelső még tiszta cink fázis is. Az e helyett kialakuló horgany-vas ötvözet (zéta) réteg matt, szürke színű.</p>	<p>Matt szürke, vagy szürke foltos felület világos, vagy sötétebb árnyalatokkal. Tapintásra finoman érdes, nagyon vastag horganyrétegek.</p>	<p>Megjelenésében hasonló jelenség alakul ki, amikor a horganyzást követően a termékek időben csak nagyon lassan tudnak lehűlni (hőfoltosság). Könnyen összekeverhetők, ezért mindig alaposabb vizsgálat kell.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Az acélok optimális szilícium (Si) és foszfor (P) tartalmának megválasztásával (EN ISO 14713-2).</p>
 <p><i>Durva, esetleg csíkos felületű horganybevonat</i></p>	<p>A jelenség kialakulása elsősorban a kritikus szilíciumtartalmú, de leginkább a hidegen alakított, húzott, hengerelt, és Sandelin-típusú ($0,03 \leq \text{Si} \% < 0,08$) acélok horganyzásakor szokott előfordulni. A csíkos megjelenés oka, hogy a termékek alakításakor megsértik az acél felületi rétegét, a sérülés helyein még intenzívebb termodiffúziós folyamatok játszódnak le, vastagabb bevonatrészek alakulnak ki. Hasonló jelenség tapasztalható esetenként a polírozott felületű munkadarabok esetében is. A jelenség háttere pontosan máig nem teljesen tisztázott.</p>	<p>Durva felületű, kézzel is könnyen kitapintható, csíkos, és egyenlőtlenül érdes horganybevonat. Az egyenetlenségek sokszor hosszanti csíkokban rendeződnek.</p>	<p>Más jelenséggel nem téveszthető össze.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Optimális acélminőség kiválasztása az acélszerkezet gyártáshoz (EN ISO 14713-2). Javasolt ha $\text{Si} \leq 0,03\%$ a $\text{Si} + 2,5\text{P} \leq 0,09\%$ (!) tapasztalati összefüggés betartása.</p>



MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="181 722 654 842"><i>Horganybevonat réteges szétválása</i></p>	<p data-bbox="654 336 1146 842">A nagyon nagy sebességgel lezajló termodiffúziós folyamatok eredményeképpen túlzottan vastag (akár 1000-1500 μm) horganybevonatok alakulnak ki. Az ilyen bevonatok anyagában akkora belső feszültségek jönnek létre, hogy az egyes fázisok külső behatás nélkül is szétválhatnak egymástól.</p>	<p data-bbox="1146 336 1451 842">Matt szürke, finoman érdes bevonatrész (zéta, vagy zéta+delta₁) a legkisebb igénybevételre leválnak az alatta levő fázisról.</p>	<p data-bbox="1451 336 1675 842">Hasonló jelenség alakulhat ki olyan technológiai hibánál, amikor a frissen tűzhorganyzott termék nehezen hűl le 200 °C alá és az időben elhúzódó termodiffúzió miatt szétválhat a bevonat (Kirkendall-effektus).</p>	<p data-bbox="1675 336 2051 842"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Optimális acélminőség kiválasztása az acélszerkezet gyártáshoz (EN ISO 14713-2).</p>
 <p data-bbox="181 1225 654 1321"><i>Durva felületű horganybevonat (balra)</i></p>	<p data-bbox="654 842 1146 1321">A durva, melegen hengerelt, vagy melegen húzott, érdes, egyenetlen felületű termék felszínén képződő fényes, vagy szürke durva felületű horganybevonat.</p>	<p data-bbox="1146 842 1451 1321">Kézi tapintással jól érzékelhetően durva felületű, gödröcskével tarkított horganyréteg, mely lehet szürke, de fényes is. Vastagsága nem szükségszerűen tér el a normálistól.</p>	<p data-bbox="1451 842 1675 1321">Nem optimális acélminőségű gyártott termékeken kialakult egyenetlen, szürke bevonat hozzá hasonló képet mutathat. Túl hosszú az olvadékban tartás időtartama.</p>	<p data-bbox="1675 842 2051 1321"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Megfelelő felületű acél alapanyag kiválasztása a gyártáshoz, illetve az érintett felületeken szemcseszórás, vagy finom csiszolás alkalmazása.</p>


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="219 660 611 743"><i>Pikkelyes tűzhorganyzott felület</i></p>	<p data-bbox="667 411 1135 635">Az acél alapanyag melegen történő alakításánál (hengerlésnél), az acélgártás után keletkezett felületi hibák (pikkelyek, felszakadások) a tűzhorganyzás során elválnak az alapfelülettől és felszakadásos, érdes, szálacsákkal, tüskékkel, pikkelyekkel borított felületeket képeznek.</p>	<p data-bbox="1158 284 1440 730">Szürke, vagy fényes, a felületből kiálló anyaghibákkal borított, horganyzott felületek. Visszapácolás után tisztán látszanak az acélfelület hibái. A felületből kiálló anyagmaradványokat kézzel nem lehet könnyen leválasztani. A kiálló részeket tapintva, sokszor éles és felsérti a bőrt.</p>	<p data-bbox="1462 411 1664 499">Nem téveszthető össze más hibával.</p>	<p data-bbox="1686 411 2045 523"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Még horganyzás előtt szemcseszórással, csiszolással el kell távolítani a felületi hibákat.</p>
 <p data-bbox="219 1144 611 1227"><i>Durva, gödrös felületű horganybevonat (jobbra)</i></p>	<p data-bbox="667 895 1135 1023">Amennyiben erősen korrodálódott, egyenetlen felületű terméket tűzhorganyoznak, a képződő bevonat gödrös, kráteres képet mutat.</p>	<p data-bbox="1158 863 1440 1150">Szabad szemmel jól látható és kézzel kitapintható, nem egyenletes méretű, kisebb-nagyobb gödröcskével borított felület. Mikroszkópos felvételen jól megkülönböztethető.</p>	<p data-bbox="1462 799 1664 1150">Nem keverhető össze semmilyen más felülettel, bár a reaktív acélból készített, hengerelt termékek felületén kialakult bevonathoz némi hasonlóságot mutat.</p>	<p data-bbox="1686 863 2045 1007"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Az erősen korrodálódott felület még horganyzás előtti szemcseszórásával le kell tisztítani a felületi egyenetlenségeket.</p>



MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
	<p>A termodiffúzió sebessége csak akkora, hogy nagyon vékony ötvözeti rétegek képződnek, így kicsi lesz a bevonat teljes vastagsága is. Jellemzően simább felületű alapanyagokon alakul ki, ahol a legfelső tiszta cinkfázis is vékony lesz. Ennek oka az acélminőség (alacsony Si és P-tartalma).</p>	<p>Általában fényes, nagyon sima felületű fémrétegek.</p>	<p>Hasonlóságok: (1) Termikus vágásnál a termékek élein túl vékony lesz a réteg. (2) Túl sok alumínium van a horganyolvadékban.</p>	<p><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Más típusú acélminőséget kell választani ($0,12 < \text{Si}(\%) < 0,28$). Vagy horganyzás előtt szemceszórással fel kell durvítani az acélfelületet.</p>
<p><i>Túl vékony horganybevonat alakul ki</i></p>	<p>A tűzhorganyzást követően egy acélszerkezeten belül, egymástól jelentősen eltérő vastagságú, érdességű és színű bevonatrészek alakulnak ki, melyek ronthatják a termék esztétikai megjelenését.</p>	<p>Szabad szemmel is jól látható, színeltérések, tapintással kitapintható érdesség különbségek, illetve könnyen mérhető vastagság különbségek.</p>	<p>Hasonlóságok: Hőfoltosság.</p>	<p><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Az acélalapanyag kémiai összetételét egységesen optimálisra kell megválasztani, a szerkezet valamennyi részegységénél össze kell egyeztetni (Si és P-tartalom).</p>
<p><i>Egy terméken belül eltérő színű horganybevonatok</i></p>				



MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Egyenetlen, folyásos felület</i></p>	<p>Az acél kedvezőtlen kémiai összetétele, elsősorban szilícium tartalma miatt, magas horganyfelvétel és jelentős rétegvastagság alakul ki. A termék, a horganyfürdőből kiemeléskor, függőleges, vagy döntött helyzetben van és a folyékony-szilárd fázis határán képlékeny ötvözet réteget az áramló (lefolyó) horgany-ömladék mozgási energiája foltokban „lemossa”.</p>	<p>Szemmel jól látható foltok. Egyenetlen felület, mérhető vastag, robosztus horganyréteg.</p>	<p>Hasonló jelenség a szintén vastag bevonatokban csövek és zártszelvények esetében, a folyékony horgany „ereket vág”</p>	<p><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Megfelelő, horganyzásra alkalmas alapanyag választás!</p>
 <p><i>Melegen hengerelt szelvény durva hengerlési hibája</i></p>	<p>Durva hengerlési hiba, ami jellemezheti a melegen hengerelt szelvényeket. A hengerlés irányában repedések, finom horganytüskék jelennek meg. A képen látható terméken az alapanyag repedése is jól látható.</p>	<p>A hengerlés irányára egyenes vonalú, rendezett horgany bevonat folytonossági hiány.</p>	<p>Nem téveszthető össze semmilyen más jelenséggel.</p>	<p><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Minőségi alapanyag beszerzés.</p>



3. táblázat: ACÉLSZERKEZETEK GYÁRTÁSÁBÓL SZÁRMAZÓ HIBÁK, JELENSÉGEK



MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Fekete salak a hegesztési varratokon</i></p>	<p>A horganyolvadékból történő kiemelést követően a hegesztési varratok felületén, illetve mellettük fekete, porózus salaklerakódás látható. A pácolási folyamat során, a pácfolyadék nem tudja feloldani a hegesztési salakot és az a varrat felületén marad.</p>	<p>Fekete, vagy sötétszürke, hegyes tűvel, éles eszközzel is nehezen lepattintható salak anyag. Már a pácolás (sósavas maratás) után könnyen felismerhető, mert fehéres, sárgás-barnás színű anyag látható a hegesztéseken. Tűzhorganyzást követően a letisztított salak alatt nincs horganybevonat.</p>	<p>Általában semmi mással nem téveszthető össze. Némileg a horganyzaskor keletkező, feltapadt hamu hasonlít rá, de az könnyen eltávolítható a felületről és alatta többször horganyréteg is van.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: Az acélszerkezet gyártása során helyes hegesztési paraméterek alkalmazásával, illetve a salakos varratrész leköszörülésével eltávolítható. Bevonatos elektródával történő hegesztés nem javasolt.</p>
 <p><i>A varratról leváló horganybevonat</i></p>	<p>A tűzhorganyzandó termék fémolvadékba történő merítésekor túlzottan gyorsan zajlik a termodiffúzió (ötvozeti fázisok képződése) és ennek eredményeképpen nagyon vastag lesz a varrat felületén kialakuló horganyréteg, mely önmagától le is válhat.</p>	<p>Bevonatvastagság mérésekor a varraton nagyon vastag ($500 \mu\text{m} < v$) horganyréteg mérhető, színe világosabb, vagy sötétebb szürke, enyhén érdes felülettel. Szélsőséges esetekben szabad szemmel, vagy nagyító alatt látható hajszálrepedések, sőt bevonat szétválások is előfordulhatnak.</p>	<p>Színe alapján könnyen összetéveszthető egy normális vastagságú bevonattal, ezért kontrollmérés szükséges a tényleges rétegvastagság megállapításához.</p>	<p>Tervezésnél/gyártásnál: A hegesztő huzal alapanyagának megfelelő megválasztásával kiküszöbölhető (MSZ EN ISO 14713-2).</p>

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="215 659 618 743"><i>Hegesztési varratot kísérő horganyhiányok</i></p>	<p data-bbox="667 379 1140 603">A tűzhorganyzást megelőző pácolási folyamat után, a hegesztési varratok hőhatási övezetében szemmel is jól látható fekete, vagy feketésbarna elszíneződések, csíkok láthatók. A tűzhorganyzást követően a csíkok nem tűnnek el, alattuk nincs horganybevonat.</p>	<p data-bbox="1160 379 1442 571">A hegesztési varratok szélétől néhány centiméterre a varrat vonalát követő fekete foltok, csíkok. Alattuk nincs horganyréteg.</p>	<p data-bbox="1462 347 1666 635">Hasonló jelenség alakul ki a festékekkel, lakkal, bitumennel, stb. szennyezett felületeken, de azok nem követik a hegesztési varrat vonalát.</p>	<p data-bbox="1686 363 2040 563"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Szilikon tartalmú spray-k használatát ki kell küszöbölni, vagy a hegesztés környezetében le kell tisztítani, csiszolni, vagy köszörülni a darab felületét még a horganyzó üzembe történő beszállítás előtt.</p>
 <p data-bbox="203 1142 618 1227"><i>Szabályos csíkok, pontok felületből kiálló gyűrődések</i></p>	<p data-bbox="667 831 1140 1150">A horganyzást követően a bevonatban legtöbbször szabályos formájú, ciklikusan ismétlődő, hossz-, vagy keresztirányú, de akár szabálytalan vonalak, csíkok, gödröcskék, mély pontok, stb. formában felgyűrődések, felszakadások láthatók és kézzel is jól kitapinthatók. Préselt daraboknál a prészszerző centrumából kiinduló sugárirányú anyagsérülések láthatók.</p>	<p data-bbox="1160 895 1442 1118">Szabad szemmel is jól érzékelhető felületi hibája az acél alapanyagoknak. A felületből sokszor kiemelkedő, kézzel is kitapintható anyaghibák.</p>	<p data-bbox="1462 895 1666 1023">Nem téveszthető össze semmilyen hasonló jelenséggel.</p>	<p data-bbox="1686 842 2040 1129"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Az acél alapanyagok, féltermékek és acélszerkezetek gyártása során az alakító szerzőszámok (henger, prés, stb.) felületét úgy kell kialakítani, hogy az ne sértse meg az acélfelületet. Illetve horganyzás előtt csiszolással, esetleg szemcseszórással el kell távolítani a felszakadásokat.</p>

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="241 659 589 743"><i>Fekete, szürke horganyhiányos foltok</i></p>	<p data-bbox="667 379 1140 667">A horganyzást megelőző zsírtalanítás és pácolás alatt a kezelőszer nem tudja eltávolítani a munkadarab felületéről az ott stabilan kötődő, fel nem oldódó festék, lakk, bitumen, stb. nyomokat. A tűzhorganyzás alatt a szennyeződés elég, de a helyén a szennyeződés miatt nincs termodiffúzió és így horganybevonat sem képződik.</p>	<p data-bbox="1160 379 1442 571">Horganyzást követően szürke, barnás-szürke, vagy fekete felületek, rajtuk részben kézzel is ledörzsölhető salakanyaggal.</p>	<p data-bbox="1462 316 1666 699">Hasonló jelenség hegesztéskor használt szilikon-spray használatát követően keletkezik a horganyzott terméken. Hasonló jelenség a felragasztott jelölőcímke maradványa is.</p>	<p data-bbox="1686 387 2040 587"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Még a horganyzóba történő beszállítás előtt a festék, lakk, bitumen, stb. felületi szennyezést csiszolással, égetéssel, vagy szemcseszórással maradéktalanul el kell távolítani az acélfelületről.</p>
 <p data-bbox="224 1142 611 1227"><i>Szabályos alakú horganyhiányos felületek</i></p>	<p data-bbox="667 863 1140 1118">A horganyolvadékból történő kiemelést követően a horganyzott szerkezet felületén legtöbbször horganyhiányos foltok keletkeznek. A zsírtalanítási és pácolási folyamat alatt a kezelőszer nem tudja eltávolítani a felületre ragasztott papír, vagy műanyag címkét, illetve annak ragasztóanyagát.</p>	<p data-bbox="1160 895 1442 1054">Legtöbbször szabályos alakú, fekete, vagy szürkés-barna foltok, alatta nincs horganybevonat.</p>	<p data-bbox="1462 863 1666 1054">Hasonló jelenség látható a festékekkel, lakkal, bitumennel, stb. szennyezett felületeknél.</p>	<p data-bbox="1686 871 2040 1070"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Még a horganyzóba történő beszállítás előtt a felületi szennyezést csiszolással, égetéssel és kefézéssel vagy szemcseszórással maradéktalanul el kell távolítani az acélfelületről.</p>


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="203 660 622 743"><i>Durva horganyzott felület a termék éleken</i></p>	<p data-bbox="674 411 1133 536">Az acélszerkezet gyártása során, az alapanyagok darabolásakor lángvágóval vágott durva felületek horganyzást követően is meglátszanak.</p>	<p data-bbox="1167 411 1435 536">Horganyzott acélszerkezetek vágott felületei durvák, kézzel is jól érzékelhetők.</p>	<p data-bbox="1469 411 1659 504">Nem téveszthető össze semmilyen más jelenséggel.</p>	<p data-bbox="1693 368 2045 480"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Az acélszerkezetek darabolásakor finoman le kell köszörülni a darabolt felületeket.</p>
 <p data-bbox="232 1144 593 1227"><i>Durva horganyfelületek, köszörülések nyomai</i></p>	<p data-bbox="674 895 1133 1051">A horganyolvadékból történt kiemelést követően, az acélszerkezet gyártásakor köszörült felületeken durva és vastagabb horganyréteg képződik, mely tökéletesen követi a beavatkozási felületet.</p>	<p data-bbox="1167 895 1435 1019">Szabad szemmel jól látható, kézzel is kitapintható durva horganybevonatok.</p>	<p data-bbox="1469 895 1659 987">Nem téveszthető össze semmilyen más jelenséggel.</p>	<p data-bbox="1693 879 2045 1023"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Acélszerkezet gyártásakor csak a legszükségesebb felületeket és minél finomabban kell megköszörülni.</p>


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="181 659 645 743"><i>Túl vékony horganybevonat a termikusan vágott éleken</i></p>	<p data-bbox="667 379 1137 603">Termikus eljárással (lézervágás, plazmavágás, lángvágás) darabolt termékeknél a darabok élein, az egyéb felületeken mért értékekhez képest jóval vékonyabb, esetenként az előírásoknak nem megfelelő vastagságú horganybevonat képződik.</p>	<p data-bbox="1160 379 1442 603">Rétegvastagság mérővel egyértelműen megállapíthatók a nagyon kis bevonatvastagságok. A bevonat lehet fényes, de ritkán szürke is.</p>	<p data-bbox="1462 379 1666 571">Hasonló jelenség, amikor a horganyolvadékban túl sok az alumínium mennyisége.</p>	<p data-bbox="1686 395 2040 539">Tervezésnél/gyártásnál: Gyártásnál a tűzhorganyzásra kerülő munkadarabok vágott éleit kb.0,3- 0,5 mm vastagságban le kell köszörülni.</p>
 <p data-bbox="181 1145 645 1225"><i>Horganybevonat szemcseszórt felületen</i></p>	<p data-bbox="667 898 1137 1026">Tűzhorganyzás előtt szemcseszórással megtisztított acélfelületeken egyenletesen finoman érdes, egységes megjelenésű és vastagabb horganybevonatok alakulnak ki.</p>	<p data-bbox="1160 834 1442 1121">Szabad szemmel is kitűnően látható, tapintható, finoman érdes bevonat. A bevonat vastagsága akár 20-30%-kal is nagyobb érték lehet, mint a szemcseszórás nélküli felületen.</p>	<p data-bbox="1462 898 1666 1026">Hasonló jelenség nincs, mással nem téveszthető össze.</p>	<p data-bbox="1686 826 2040 1145">Tervezésnél/gyártásnál: Tűzhorganyzás előtt általában nem szükséges a szemcseszórás. Csak abban az esetben ajánlatos, ha a munkadarab felületén az előkezelő szerekkel le nem oldható szennyeződések vannak (pl. festéknyomok, vastag reve, vastag vakrozdsda, stb.), melyeket még a horganyzóba történő beszállítás előtt el kell távolítani.</p>


MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="197 659 629 743"><i>A bevonatba beépült tömör, fekete, anyagmaradványok</i></p>	<p data-bbox="667 344 1140 667">Tűzhorganyzást követően a kiemelés után, egyes helyeken a felületből akár kiemelkedő fekete, igen kemény anyagmaradványok vannak. Ilyen stabil oxidmaradványok a melegen hengerelt termékek hibás gyártásából származnak. A hengerműben az acélfelületbe hengerlik, melyet a tűzhorganyzó üzemben az előkezelés (pácolás) alatt nem tudnak eltávolítani.</p>	<p data-bbox="1160 408 1442 603">Szabad szemmel is kitűnően látható, hegyes eszközzel a helyéről kipattintható hengerlési reve (oxid) maradvány, mely alatt nincs bevonat.</p>	<p data-bbox="1462 280 1666 703">Hasonló jelenség, amikor a horganyolvadék felszíne szennyezett (fekete salakokkal) és kiemeléskor a bevonat felszínén marad, de ilyenkor a fekete szemcsék alatt ép horganyréteg van.</p>	<p data-bbox="1686 368 2047 512"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> Az acél alapanyag felületét szemcseszórással meg kell tisztítani mielőtt a tűzhorganyzó üzembe szállítják az acélszerkezetet.</p>
 <p data-bbox="215 1150 611 1230"><i>Fekete, horganyozatlan felületek azonos helyeken</i></p>	<p data-bbox="667 831 1140 1118">A tűzhorganyzást követően a darabok felületén, jellemzően annak tipikus helyein, horganyhiányos foltok alakulnak ki. Abból adódóan, hogy a prézeléssel alakított elemeken a kenőanyagként használt emulzió a hegesztés során ráég a vassfelületre és ezt az elkocszosodott anyagot a horganyzó üzemben nem lehet eltávolítani.</p>	<p data-bbox="1160 863 1442 1118">Fekete foltok, mely alatt nincs horganybevonat. Sorozattermékek esetében feltűnő azonossággal, ugyanazon a részekben, termékegységeken fordulnak elő.</p>	<p data-bbox="1462 863 1666 1118">Hasonló jelenséget mutat, ha a munkadarabok felülete lakkos, festékes, bitumenes, stb. volt.</p>	<p data-bbox="1686 895 2047 1070"><u>Tervezésnél/gyártásnál:</u> A gyártásnál más típusú kenőanyagot kell használni, vagy még hegesztés előtt a kenőanyaggal szennyezett felületeket felületet tisztítani kell.</p>

4. táblázat: EGYÉB JELENSÉGEK

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Idegen rozsdá kialakulása a horganybevonaton</i></p>	<p>A tűzhorganyzott termékek felületére egy rozsdásodó vasanyagról rácsepeg, ráfolyik az eső, pára és néhány nap elteltével a felületről le nem törölhető nyomot hagyhat.</p>	<p>Általában nagyon vékony réteg, kefézéssel és csiszolással könnyen eltávolítható, alatta ép horganybevonat van.</p>	<p>Hasonló jelenség az ún. rozsdabarna elszíneződés. Az utóbbi csak a horgany-vas ötvözetű rétegen alakul ki. A horganyzóban a készülékekről termékekre csepegő savas lé, hasonló jelenséget okoz.</p>	<p>Tárolásnál/szerelésnél/felhasználásnál: Tűzhorganyzott acélszerkezeten csak megfelelő korrózióvédelemmel (tűzhorganyzás) ellátott szerkezeti részeket építsenek be. Szerelésnél, tárolásnál megfelelően tárolják a frissen horganyzott szerkezetet.</p>
MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Fehérrozsdás felület</i></p>	<p>Korróziós jelenség, mely a víz hatására alakul ki a csak a frissen horganyzott felületen (cink-oxid + cink-hidroxid, ZnO + Zn(OH)₂). A légnedvesség hatására fehér színű csapadék képződik, mely megszáradva krétapor szerű. Súlyos esetekben a korrózió a horganybevonatot teljesen felemésztheti és vasrozsdá is megjelenik. Savas, sós klímában gyorsabban alakul ki.</p>	<p>Szárazon krétapor, nedvesen tejszerű anyag. A gyenge fehérrozsdá könnyen letörölhető, az erősebben korrodált felületeken már elszíneződések és bemarkások alakulhatnak ki.</p>	<p>Semmivel össze nem téveszthető jelenség.</p>	<p>Tárolásnál/szerelésnél/felhasználásnál: A frissen tűzhorganyzott termékek száraz-szellős helyen történő tárolásával és a páralecsapódás kizárásával. A horganybevonat horganyzást követő azonnali passziválásával (lakkozás, foszfátózás, kromátozás, festés).</p>

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p><i>Utólag lokálisan leégették a horganyréteget</i></p>	<p>A már tűzhorganyzott acélszerkezeten utólagosan végzett, hőközléssel járó tevékenységek (pl. hegesztés, egyengetés, darabolás) következtében a horganybevonat károsodik, sőt teljesen le is éghet.</p>	<p>Az égés centrumában nincs horganybevonat, attól távolodva matt szürke, az égés szegélyén a cink-oxid miatt fehéres színű por fedi.</p>	<p>Nem téveszthető össze semmilyen más jelenséggel.</p>	<p>Tárolásnál/szerelésnél/felhasználásnál: A tűzhorgany bevonatot tartósan legfeljebb 200 °C hőmérsékletig lehet hőhatásnak kitenni. E felett károsodik.</p>

 <p><i>Leválnak a festék a horganybevonatról</i></p>	<p>A horganyrétegre felhordott festékréteg(ek), rövid idő elteltével (néhány hét, vagy hónap) megrepedezik, majd levelesen leválnak, lehúzható a fémfelületről. A festék és horgany között nincs semmiféle tapadás, vagy tapadó híd.</p>	<p>A festékréteget élesebb eszközzel (késsel) megkaparva, vagy erős szálú kefével nagyon könnyen eltávolítható.</p>	<p>Semmilyen hasonló jelenséggel nem téveszthető össze.</p>	<p>Tárolásnál/szerelésnél/felhasználásnál: A horganybevonatot csak annak lefestésére alkalmas festékekkel szabad bevonni. Festés előtt megfelelő felület előkészítést (pl. sweep-szórást) kell alkalmazni.</p>
--	--	---	---	---

MEGNEVEZÉSE/KÉPE	KELETKEZÉS MÓDJA	ISMERTETŐJEGYEI	HASONLÓSÁG	MEGELŐZÉSE
 <p data-bbox="174 662 654 753"><i>A horganybevonat leválása „sweepelés” hatására</i></p>	<p data-bbox="654 268 1146 753">A friss tűzihorgany bevonat festéshez történő előkészítésének egyik lehetséges módja a sweep-szórás, azaz a gyenge nyomással történő könnyű szemcseszórás. Ha ezt a műveletet nem az előírások szerinti nyomással és a megfelelő beesési szöggel hajtják végre, akkor az a horganybevonat sérülését okozza.</p>	<p data-bbox="1146 268 1451 753">A szórás vonalában a bevonat fellazul, helyenként alaktalan formában teljesen leválik. A leválás helyén csak ötvözeti réteg található néhány tízmikronos bevonat vastagsággal.</p>	<p data-bbox="1451 268 1675 753">Általában nem téveszthető össze semmilyen más jelenséggel. de meg kell különböztetni a hó okozta réteg szétválástól (Kirkendall-effektustól).</p>	<p data-bbox="1675 268 2056 753">Megfelelő szórási sebesség és szórási irány (beesési szög) megválasztásával elkerülhető a horganybevonat leválása.</p>