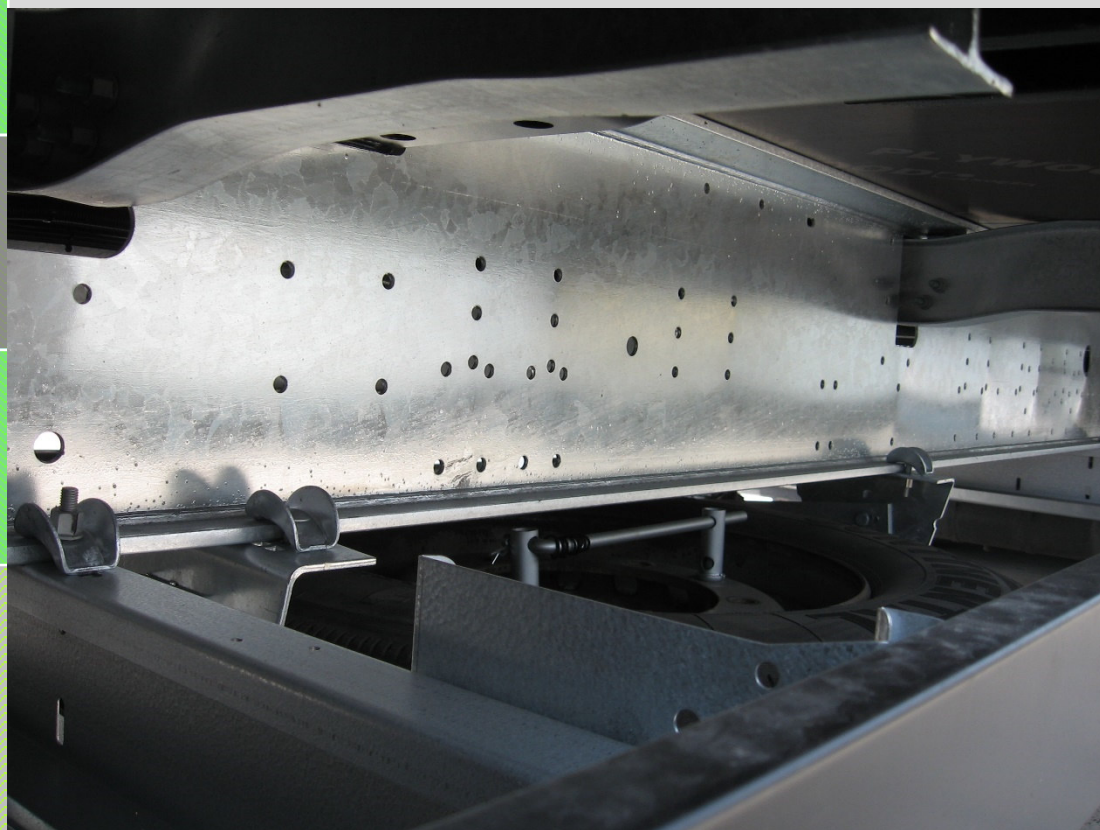


2025.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Amíg az acél és a vas alkalmazása életünkben olyan meghatározó szerepet játszik, mint az elmúlt évtizedekben, addig nem tudjuk megkerülni a korrózió okozta károk csökkentésének problémáit. Hazánkban évente minden bizonnyal sok száz milliárd forintra tehető a bekövetkezett korróziós károk nagysága. A korrózió elleni folyamatos küzdelmet szolgáló eljárások gazdaságossága viszont mindig vizsgálendő. A mérnöki acélszerkezetet statikai méretezéséhez hasonlóan itt is vannak túl-, illetve alulméretezett védőbevonatok, módszerek. Ahol lehet, minél pontosabban kell közelíteni egymáshoz az adott acélszerkezet elvárt üzemelési és várható korróziós élettartamát, és ezt a lehetőség szerint lekisebbs költségekkel kell elérni.

Jelen lapszámunkban a horganybevonatok egyszerű kiválasztásához nyújtunk segítséget. Az ezzel foglalkozó cikk tapasztalatokon alapuló adatokkal segítheti a horganybevonatok mérnöki tervezését.

A közúti gépjárművek értékének, műszaki állapotának megóvása fontos feladata az üzemeltetőnek. Horganyzott acélok növekvő mennyiségben vannak jelen a járműiparban. Nemcsak a teherjármű alvázaknál, hanem a személygépkocsi felépítményeknél is növekvő a szerepük.

Lapszámunk harmadik cikke is a költségmegtakarítás lehetőségéből indul ki. Ugyanis sok esetben – a tűzihorganyzás hosszútávú védelmi képességei miatt – gazdaságilag és környezetvédelem szempontjából is megéri a korábban már festett kivitelben készült acélszerkezetek tűzihorganyzása. Ezzel a témával, a lehetőségekkel is foglalkozunk márciusi számunkban.

Lapunk olvasásához kellemes időtöltést kívánunk!

2025. március 25.

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 semmilyen 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.

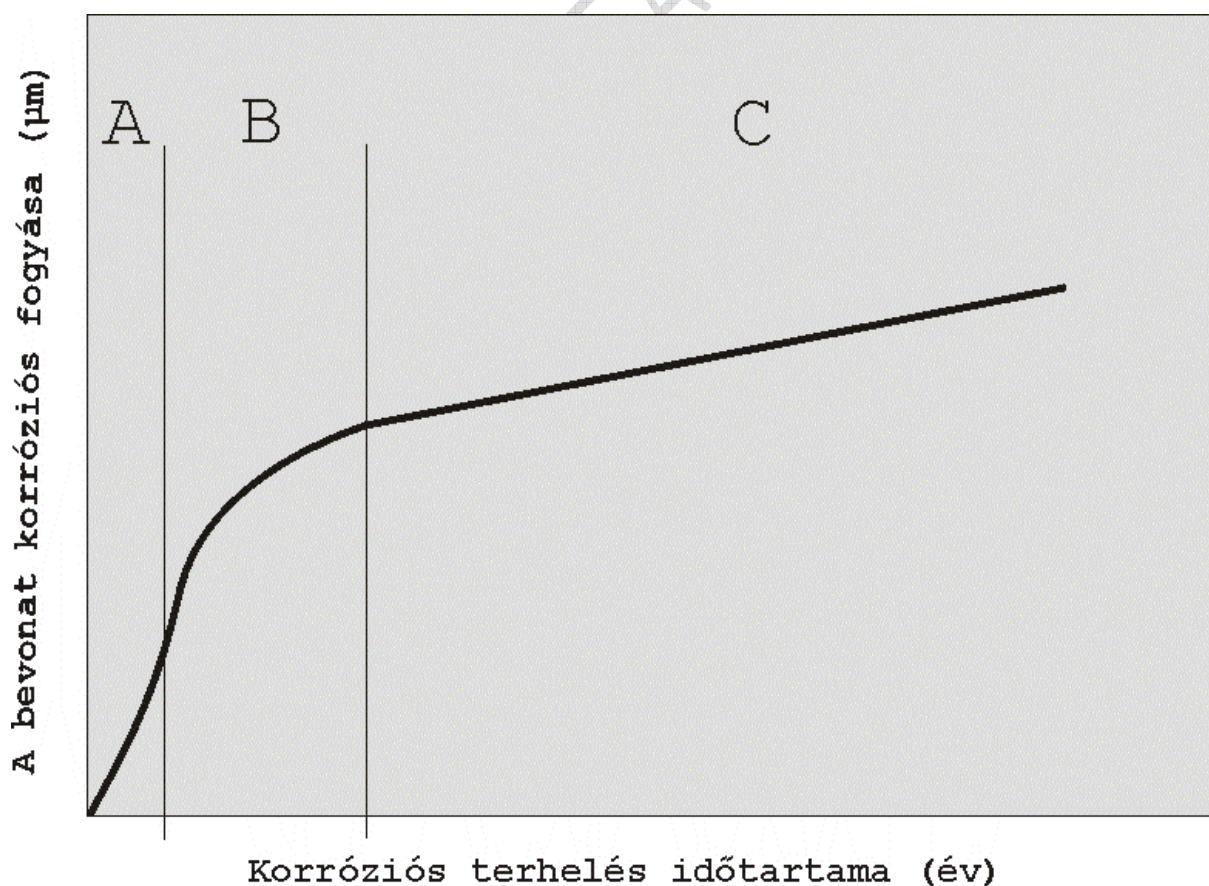
A szerkesztőség tagjai: Nagy Miklós, Imre Miklós, Antal Árpád, Kopasz László, Paulik Antal

Címlapfotó: Tűzihorganyzott gépjármű alváz

Horganybevonatok élettartam tervezése

Az erőforrásokkal történő takarékos gazdálkodás kényszere szinte meghatározza mindennapjainkat. Maga a színhorgany (Zn) előállítás is nagy, de a horganybevonaté további energia felhasználásával történik. Ezért is meg kell fontolni tudatos és takarékos felhasználásukat. A fémolvadéokban felvitt horganyréteg (MSZ EN ISO 1461) elsődleges rendeltetése a korrózió elleni védelem. Az acélszerkezeten létrehozott fémbevonat élettartama a korróziós hatásoktól és a fémréteg vastagságától függően változik. A gyakorlatban - azonos környezeti körülmények között - egy kétszer olyan vastag horganyréteg kétszeres élettartamot ér el, mint egy fele olyan vastag. Hosszú idejű korróziós hatásoknál a horganyréteg korróziós fogyása az idő múlásával egyenesen arányosnak tekinthető. Az 1. ábrán egy átlagosnak mondható cink-korróziólefolyási görbe látható.

Az ábra „A” szakasza egy intenzívebb korróziót mutat, mely rövidtávon, kb. 1-2 éves időtartamig mutatja a bevonatvesztést. Ezek várható értékeit az MSZ EN ISO 14713-1:2017 szabvány, vagy az MSZ EN ISO 9223: 2012 szabvány tartalmazza. Az ábra „B” szakasza a horgany középtávú veszteségeit ábrázolja, melynek vége már egy gyorsan csökkenő korróziósebességet mutat. A „C” szakaszban a hosszútávú (>10 év) várható korróziós vesztesége látható, melynek számszerűsített értékei a MSZ EN ISO 9224:2012, B1 táblázatában találhatók.



1.ábra: A horgany (cink) korróziója rövid (A), közép (B) és hosszú (C) távon

Az ábra „B” szakaszán látható, hogy a horganybevonat felületén a *cinkpatina* (védőoxid) kialakulásával párhuzamosan a korrózió lelassul. A cinkpatina létrejöttéig terjedő idő hossza, sőt az oxid védőértéke is változó lehet. Környezeti hatások függvényében, a folyamat néhány héttől kezdve akár több évig is elhúzódhat. Ez a masszív védőoxid (bázisos-cink-karbonát) például száraz levegőn jóval később alakul ki, mint nedves környezetben. A felhasználási körülmények tehát megváltoztatják a görbe futását.

Acélminőség választással befolyásolható a bevonat várható élettartama

A mai napig sajnos csak nagyon kevés szakember vagy vállalkozás kezeli tudatosan a tűzihorganyzásra alkalmas, eltérő acélminőségek választásának lehetőségét. Pedig ez egyúttal mélyen „zsebbe nyúló” lehetőség is. Amennyiben egy acélszerkezet beérkezik valamelyik tűzihorganyzóba, a horganyozó vállalat már egy kész helyzet előtt áll. A horganyréteg várható vastagsága a gyártáshoz felhasznált acélminőséggel már előre meg lett határozva. A bevonó műnek csak mérsékelt lehetőségei vannak a bevonatvastagság szabályozására. Elsősorban az acélminőség (szilícium-, és foszfor-tartalom) – néhány kivételtől eltekintve - lényegében eldönti a képződő horganyréteg vastagságát, megjelenését (színezetét, felületi simaságát), sőt a horganyréteg mechanikai tulajdonságait is.

Ha mindezeket végig gondoljuk, érezhetjük a tudatos acélminőségválasztás súlyát. Tűzihorganyzás szempontjából ajánlott, de eltérő acéltípusok állandóan beszerezhető kereskedelmi áruk. Ezeket az acélminőségeket a melegen hengerelt lemeztermékekre vonatkozó MSZ EN 10025 szabványsorozat 7.4.3. pontjai tartalmazzák. Lényegében ugyanezeket az információkat mutatja az MSZ EN ISO 14713-2:2020 szabvány is.

Kiindulási pontunk a szükséges legkisebb bevonatvastagság ismerete

Leszögezzük, hogy az EN ISO 1461 szabványban megadott „még megengedett legkisebb bevonatvastagságok” a legtöbb alkalmazási körülmény mellett kielégítik a korróziós követelményeket. Ám nagyon sok olyan acélszerkezet lett és van tűzihorganyozva, melyeknél biztosan jóval vastagabb a rajta kialakított a horganyréteg, mely a felhasználás korróziós hatásai indokolnák. Sőt ennek az ellenkezője is előfordulhat. Az acélszerkezeten kialakított védőréteg tulajdonságait, vastagságát a felhasználás során várható környezeti hatásokból kiindulva kell megtervezni. Az objektum majdani működtetőjének, tervezőjének meg kell határoznia az acélszerkezet horganybevonatának tervezett *élettartamát* és ehhez lehet igazítani, vagy ellenőrizni a szükséges bevonatvastagságot.

Hosszú távon működő acélszerkezeteknél ez célszerűen a védőbevonat első karbantartásáig (felújításáig) terjedő ciklus időszakot jelenti. Ez az objektum felhasználási módjától függően széles időspektrumot jelenthet. Például egy közúti kandeláber esetében élettartam lehet, mint egy raktárpépület beltéri acélszerkezeténél, vagy egy lefedett kerékpártároló esetében. A felújítások jelentős költségvonzattal járnak, ezért a legtöbb esetben a ciklusidők hosszát célszerű növelni, vagy „élettartam hosszig” alkalmas védőbevonat alkalmazása igencsak előnyös.

Tűzihorganyzásnál acélminőség választással könnyen elérhető a felújításmentes 80-100 éves, vagy e feletti bevonat élettartam. Ennek biztosításához az ehhez alkalmas acélminőség kiválasztása lehetséges megoldás.

A szükséges acélminőség egyszerű meghatározása táblázatokból

Kiindulási alapelvnek javasoljuk, hogy olyan bevonatvastagságot válasszunk, amely a legjobban illeszkedik a szükséges legkisebb horganyréteg vastagságához. A jövőbeni korróziós hatások bizonytalanságai miatt természetesen plusz biztonsági „tényezővel” is lehet számolni. A szükséges legkisebb rétegvastagságot a felhasználás során várható korróziós hatások és az elvárt bevonat élettartam határozza majd meg.

A Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége által összeállított tervezési táblázatokban az acélminőségek kiválasztásának egyszerű módját adjuk meg. Használatukhoz csupán a tervezett felújításmentes bevonat élettartamot, valamint az acélszerkezet üzemideje alatt várható korróziós környezet jellemzőit (C1→CX) szükséges ismernünk. A táblázatokban szereplő adatok tájékoztató jellegűek, a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége tagvállalatainak több évtizedes tapasztalatai alapján lettek megállapítva, de minden felhasználó saját belátása és felelőssége szerint alkalmazhatja őket.

C1 korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012		Nagyon gyenge											
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)											
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm)*											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	A, B, D acélminőségek feltétel nélkül alkalmasak.											
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25												
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35												
*A cink korróziós vesztesége a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata és a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
Feltétel nélkül alkalmas.													
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.													

C2 korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012		Gyenge											
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)											
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm)*											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	A, B, D acélminőségek feltétel nélkül alkalmasak.											
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25												
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35												
*A cink korróziós vesztesége a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata és a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
Feltétel nélkül alkalmas.													
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.													

C3 korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012										Közepes			
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)											
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm) ^c											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	11 ^a	14 ^b	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	11 ^a	14 ^b	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35	11 ^a	14 ^b	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
^a A cink korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata alapján.													
^b A cink várható max. átlagos korróziós vesztesége, μm/év MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
^c A cink várható átlagos, lineáris korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
	Feltétel nélkül alkalmas.												
	Feltétellel alkalmas, a tűzhorganyzóval történő egyeztetést igényel.												
	Alkalmas acélminőséget kell választani.												
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.													

C4 korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012										Erős			
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)											
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm) ^c											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	21 ^a	27 ^b	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	21 ^a	27 ^b	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242
D	0,25 < Si (%) ≤ 0,35	21 ^a	27 ^b	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242
^a A cink korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata alapján.													
^b A cink várható max. átlagos korróziós vesztesége, μm/év MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
^c A cink várható átlagos, lineáris korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
	Feltétel nélkül alkalmas.												
	Feltétellel alkalmas, a tűzhorganyzóval történő egyeztetést igényel.												
	Alkalmas acélminőséget vagy duplex-védelmet kell választani.												
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.													

C5 korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012										Nagyon erős			
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)											
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm) ^c											
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	42 ^a	55 ^b	88	132	176	220	264	308	352	396	440	484
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	42 ^a	55 ^b	88	132	176	220	264	308	352	396	440	484
D	0,25 <Si (%) ≤ 0,35	42 ^a	55 ^b	88	132	176	220	264	308	352	396	440	484
^a A cink korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata alapján.													
^b A cink várható max. átlagos korróziós vesztesége, μm/év MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
^c A cink várható átlagos, lineáris korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.													
	Feltétel nélkül alkalmas.												
	Feltétellel alkalmas, a tűzhorganyzóval történő egyeztetést igényel.												
	Alkalmas acélminőséget vagy duplex-védelmet kell választani.												
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.													

CX korróziós osztály (légköri korrózió), ISO 9223:2012										Extrém erős							
		Tervezett horganybevonat élettartam (év)															
Acélosztály	Az acél kémiai összetétele (EN ISO 10025-2:2022)	< 5	< 5 és < 10	> 10 és < 20	> 20 és < 30	> 30 és < 40	> 40 és < 50	> 50 és < 60	> 60 és < 70	> 70 és < 80	> 80 és < 90	> 90 és < 100	> 100 és < 110				
		Szükséges legkisebb horganyréteg vastagság (μm) ^c															
A	Si≤0,03% és Si+2,5P≤0,09%	125 ^a	160 ^b	DUPLEX-VÉDELEM (horganyréteg+szerves bevonat)													
B	0,14 ≤ Si(%) ≤ 0,25	125 ^a	160 ^b											260	390	520	650
D	0,25 <Si (%) ≤ 0,35	125 ^a	160 ^b											260	390	520	650
^a A cink korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9223:2012 2. táblázata alapján.																	
^b A cink várható max. átlagos korróziós vesztesége, μm/év MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.																	
^c A cink várható átlagos, lineáris korróziós vesztesége, μm/év a MSZ EN ISO 9224:2012, B1. táblázata alapján.																	
	Feltétel nélkül alkalmas.																
	Feltétellel alkalmas, a tűzhorganyzóval történő egyeztetést igényel.																
	Alkalmas acélminőséget vagy duplex-védelmet kell választani.																
Megjegyzés: gyakorlati tapasztalatok alapján a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége állította össze, azok tájékoztató jellegűek, alkalmazásuk önkéntes.																	

A táblázatok használatát az alábbi, egyszerű példák segítségével mutatjuk be.

1.példa:

Alapadatok:

Az acélszerkezet „működtetése” során várható korróziós terhelés: C3

A tűzihorganyzással kialakított bevonat tervezett élettartama: 80 év

A táblázatok alapján ajánlott acélminőségek:

1. **D**-acéltípus (feltétel nélkül alkalmas)
2. **A** és **B** acéltípusok (feltételhez kötötten alkalmasak). E két acélminőség esetében az acélszerkezet konstrukciója, és/vagy a tűzihorganyzó technológiája függvényében alakul ki a szükséges legkisebb (kb. 88 μm) rétegvastagság. A horganyfürdőbe történő bemártás időtartamának megnyújtásával – bizonyos határok között – növelni lehet a kialakuló horganybevonat vastagságát.

2.példa:

Alapadatok:

Az acélszerkezet „működése” során várható korróziós hatások: C4

A tűzihorganyzással kialakított bevonat tervezett élettartama: 70 év

A táblázatok alapján ajánlott acélminőségek:

1. **B**-acéltípus (feltételekkel alkalmas). Ezen acélminőség esetében az acélszerkezet konstrukciója, és/vagy a tűzihorganyzó technológiája függvényében alakul ki a szükséges legkisebb (kb. 154 μm) rétegvastagság. A horganyfürdőbe történő bemártás időtartamának megnyújtásával – bizonyos határok között – növelni lehet a kialakuló horganybevonat vastagságát.
2. **D**-acéltípus: feltétel nélkül alkalmas.

Megjegyzés: az A-acéltípus önálló bevonatként nem javasolt 70-éves élettartam biztosítására.

A fentiekkel kapcsolatban a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége (www.hhga.hu) tud további tájékoztatást adni.

a-á

Gépjármű alvázak tűzihorganyozhatóságának főbb követelményei

A közúti forgalomban résztvevő járművek felépítménye, segéd-, és alváz kialakítása, a tervezéstől a kivitelezésig, illetve a forgalomba helyezésig, engedélyköteles. A kialakítást és üzemeltetést szakirodalmi leírások és KÖHÉM rendeletek tartalmazzák.

Mivel a szerkezeteket tervezik, és már ebben a fázisban meghatározzák a felületvédelem típusát, a tűzihorganyozhatóság feltételeit is tartalmaznia kell a dokumentációknak. Ennek ellenére a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a kevésbé felkészült gyártóknál, gyakran előfordulnak hiányosságok. Ezeknek a hibáknak a javítása a közúti közlekedés biztonságának érdekében utólag általában nem végezhető el, illetve a megfelelő és biztonságos üzemeltetés érdekében a tűzihorganyzó üzemeknek nem szabad beavatkozni. Míg egy általános rendeltetésű acélszerkezetnél a nem megfelelő kialakítás javítására szükség szerinti átalakításokat a megbízó engedélyével el lehet végezni, úgy a járműalvázak tekintetében nem javasolt a horganyzó üzem kijavítási beavatkozása. A már kész alváz horganyozhatósági feltételeinek biztosítását - a felelősségvállalás érdekében - mindenképpen a gyártónak kell garantálni. A tűzihorganyozhatóság feltételei: az alapanyagminőség, technológiai nyílások mérete és elhelyezése, a szerkezet befoglaló mérete és legalább egy tengelyre szimmetrikus keresztmetszet kialakítása, egy szerkezeten belül az alapanyag vastagság különbség egyeztetése, felületi minőség és tisztaság.

A címben szereplő, járműalvázakra érvényes főbb követelmények vizsgálatához a tűzihorganyozhatóság feltételeit lépésenként vizsgáljuk meg.

1. Az acélalapanyag minőségénél a szerkezet igénybevételéhez igazodóan magasabb szilárdságú acélokat is alkalmaznak, de a horganyozható kémiai összetételt, elsősorban a szabványban előírt (EN 14713-2; EN 10025, 7.4.3) szilícium tartalmat ($\text{Si} \leq 0,03\%$, $\geq 0,14\%$ $\text{Si} \leq 0,25\%$) mindenképpen ajánlatos figyelembe venni. A járműalvázaknál a küllem nem minden esetben játszik szerepet, de a vastag, robusztus, vassal átötöződött rideg horganybevonatok az alváz dinamikus igénybevételénél fellépő hajlítások és csavarodások miatt esetleg könnyebben károsodhatnak. A megfelelő acélösszetétel rugalmasabb horganybevonatot eredményez, ami előnyös a későbbi fizikai igénybevétel szempontjából és az elvárt élettartamnak is megfelel. Ugyanakkor vegyük figyelembe a fokozott korróziós igénybevételt, víz, hó, sár, kőfelverődések, közutak sózása a téli időszakokban. Bizonyos esetekben, a funkció figyelembevételével a küllem is fontos szerepet játszik (1. kép).



1. kép: A felépítmény teherviselő rakfelülete perforált, a furatoknál peremezett lemez

2. A segédvázak és komplett kamion alvázak általában 2,5 méter szélesek, hosszúságuk 6-13,6 méter között változik (2. kép, 8. kép). A fotókon jól láthatók a nagy anyagvastagság különbségek. Ilyen a méretű alváz a problémamentes bevonásához megfelelő nagyságú tűzihorganyzó kádra van szükség, amit a megbízónak figyelembe kell venni a megfelelő horganyzó vállalat kiválasztásánál. A kisebb járművek segédalvázait, értelemszerűen a méreteikhez igazodó kádméretű üzemekben horganyozhatóak. A méretektől függetlenül közös jellemző, hogy a horganyfürdőbe merítésénél a hossztartók a horganyzókádnak hossz tengelyével azonos irányban függenek és a fürdő felületével - a nagy méretek miatt - kis szöget zárnak be (8. kép), ami komplikálja a kezelést. A kb. 450 °C-os fémfürdőbe merítéskor a termék horgannyal érintkező pontja felmelegszik és hőtágulási különbségek jönnek létre a már meleg és a még fürdön kívül lévő elemek között. A hőtágulási különbségekből adódó dilatációs feszültségek miatt káros feszültségek keletkeznek a szerkezetben, ami maradandó vetemedést okozhat (3. kép). Ezeknek a feszültségeknek a csökkentésére a terméket gyorsan kell (zuhantatva) bemeríteni és ütemesen kell a fürdőből kiemelni. Nagyméretű, összetett és bonyolult kialakítású, lemezzel borított kamion pótkocsik tömegét, célszerű egyeztetni, a megbízott üzem emelőgép rendszerének teherbírása miatt.

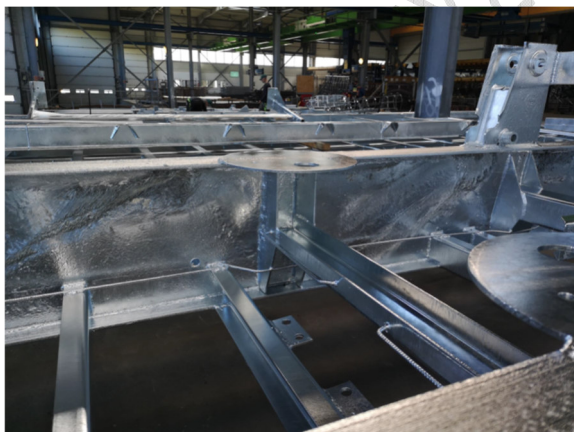


2. kép: Nagyméretű 13,6x2,5 méter kamion pótkocsi alváz

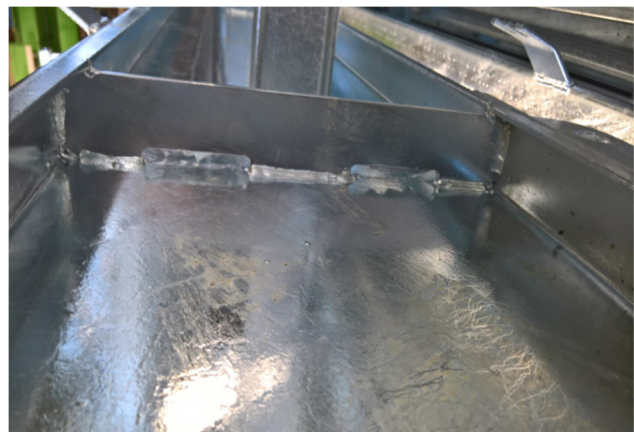


3. kép: Dilatációs feszültség miatti deformáció egy alvázban. A jelenségben az alapanyagvastagság miatti 4-szeres különbsége játszik szerepet

3. Az alvázak általános kialakítása a két-főtartós hossztartó, amelyeket keresztartók kötnek össze és ezek végét összekapcsoló keret adja az alváz kontúrját, befoglaló méretét. Az alváz keresztmetszete egyes esetekben két tengelyre szimmetrikus, a keresztartókat a hosszartók közé helyezik és végeik csatlakoznak a főelemhez. Az egy tengelyre szimmetrikus alvázaknál a keresztartókat a hosszartó felső síkjára helyezik rá, amivel átlapolt felületeket hoznak létre. Az ilyen kialakítás miatti aszimmetrikus hegesztési hőbevitel miatt, ez horganyzáskor a főtartóban elhajlást, vetemedést okozhat. Az átlapolás korróziós gócpont lehet, hiszen a felületek között nincs bevonat, ami a már fent említett fokozott igénybevétel miatt, a használat során problémákat vethet fel. Az átlapolásokat biztonsági okokból 70 cm^2 felett meg kell fűzni, technológiai nyílásokkal kell ellátni és a nyílásokat horganyzás után javasolt tömíteni. A másik megoldás a horganyzás folyamata alatti káros következmények kivédésére (vetemedés, robbanás) a hegesztési varratok megszakítása, azaz szakaszos varratok kialakítása. Az eddig leírt egyszerű síkrácsos elemek, lehetnek bonyolult összetett hegesztett szerkezetek az alváz tervezett funkciójának kielégítésére. A rakodófelületet csepp, lencse vagy rombuszmintás lemezzel borítják be, de gyakran alkalmaznak perforált lemezeket, ahol a nyílásokat a merevség és csúszásmentesség növelése érdekében kiperemezik.
4. A technológiai nyílások elhelyezése és mérete okozza a legtöbb problémát és gyakran indokolatlan vitát eredményez a megbízó és a horganyzó fél között. A nyílások szükséges méretét a zárt üregek, vagy folyadék tároló edények keresztmetszetéhez illeszkedően, szabvány tartalmazza, amelyet már több cikkünkben ismertettünk. A nyílások mérete az alvázak méretei miatt, fokozott figyelmet igényel. A gyors bemerítés, problémamentes ürítése az üregeknek, a már fent említett vetemedések elkerülése, a nyílások pontos elhelyezése és megfelelő keresztmetszetek alkalmazása, a vevőnek is elemi érdeke (4 - 5. kép).



4. kép: Túl kicsi átömlőnyílások miatti utánfolyások és felvastagodások



5. kép: A nyílások növelésére vannak megfelelő műszaki megoldások. Ablakkivágások az elemeken

5. Összetett szerkezetek esetében az alkalmazott alapanyagvastagságok jelentős eltéréseket mutathatnak. Az egymással kapcsolódó szerkezeti elemek vastagság különbsége legfeljebb 1,5-2 szeres lehet (2. kép). Az előírtnál nagyobb alapanyagvastagság eltérések alkalmazása esetén, a kb. 450°C-os horganyfürdőben a termékek felmelegedése és ezzel együtt a hőtágulása időben, a vastagság különbséggel arányosan eltér, túlzottan elnyúlik, ami elsősorban fémfürdőbe merítéskor tapasztalható dilatációs különbségeket gerjeszt és ez a vékonyabb alapanyagból gyártott vagy kisebb keresztmetszetű elem károsodását, vetemedését és torzulását okozza (3. és 6. kép). A horgany fürdőből kiemelésnél, a jelentősen vékonyabb anyag gyorsabban hűl és zsugorodik, ami a kapcsolódó elemeket összekötő hegesztési varratok szakadását okozhatja (6. kép).



6. kép: Dilatációs feszültség okozta hegesztési varrat szakadás (fent)

6. A hegesztési varratok a bevitt káros, hegesztési feszültségek miatt, csak a szükséges keresztmetszetben, méretben és darabszámban legyenek kialakítva.



7. kép: Helyes kialakításnál és gyártásnál a síklemezek csak kismértékben vetemednek



8. kép: Nagyméretű szerkezetek éles szöget zárnak be a horganyzó fürdő felületével

7. A lemezborításokat kis keresztmetszetű, kis osztástávolságú (4-5 cm) rövid (1-2 cm) varratokkal rögzítsük az alvázhhoz (7. kép). A lemezfelületek hullámosságának minimalizálása érdekében a síklemezek anyagvastagsága és az alváz kapcsolódó elemeinek anyagvastagsága hasonló legyen (7. kép). Perforált lemezeknél az alapanyagvastagság nagyobb mértékben eltérhet, mert a nyílások elmozdítják a keletkező dilatációs



9. kép: Nagyméretű, háromtengelyes pótkocsi tűzihorganyzott alváza

feszültségekből eredő erők hatásvonalát, illetve a furatok kiperevezése merevíti a lemezt, ezért ezeknél a rendszereknél vetemedések általában nem keletkeznek (1. kép).

8. A tűzihorganyzó üzemek vegyi felületelőkészítő sorához alkalmas felületi tisztaságú szerkezeteket kell beszállítani. Itt nincs eltérés az egyéb szerkezetekhez hasonlóan, vakrozda, felületre éget olaj vagy hegesztési fröccsenésgátló, savban és zsíroldóban nem oldódó szennyeződés, nem lehet a termékfelületen, mert horganybevonat hiányt fog okozni.

A leírt legfontosabb irányelveken kívül, az alvázak gyártásakor, a vevők különleges kérésének és igényeinek kielégítése, a megszokottól jelentősen eltérő kialakításokat is eredményezhet, amit még a tervezés folyamán célszerű egyeztetni a kiszemelt horganyzó üzemmel.

n-m

Korábban festett acélszerkezetek tűzihorganyzásának lehetőségei

Az elmúlt évek során megnőtt az igény a korábban lefestett, de már korrodálódott szerkezetek tűzihorganyzására. A többrétegű festékbevonattal bevont terméknél már nem jelent hosszútávú megoldást az újabb festékrétegek felvitele főleg, ha a festékfelület már több helyen átrozsdásodott. Új, jóminőségű festékbevonat, bevonatrendszer felhordása jelentős költségekkel és környezetvédelmi feladatokkal jár.

Napjainkban egy precízen végrehajtott, jóminőségű festékbevonat elkészítésének a költsége egy átlagos kivitelű acélszerkezetnél hasonló összeget képvisel, mint egy tűzihorganybevonaté. Meggondolandó, hogy a termék megfelelő felülettisztítását követően



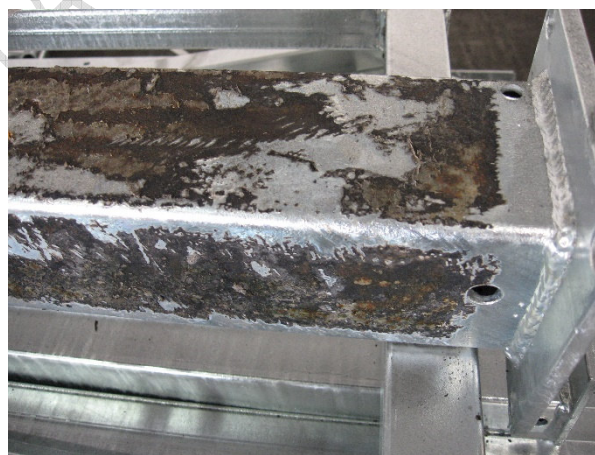
10. kép: Homokszórással megtisztított acélfelületek

(10. kép) újra festékbevonattal lássák-e el (zártszelvényeknél ismételten csak kívülről), vagy például kívül-belül is hosszú évtizedeken át tartós védelmet nyújtó fémbevonat kerüljön rá.

Akik a hosszútávú és egyúttal karbantartásmentes megoldásban gondolkodnak, azok a tűzihorganyzást (MSZ EN ISO 1461) választják.

A horganyzó üzemek a bevonni kívánt termékek tisztítását vegyszerek használatával végzik. A vegyszerek az

alapanyag-, illetve az acélszerkezetgyártáskor használt kenőemulziók, zsírok, olajok, valamint a felületeken lévő szokásos rozsda, reve és egyéb fémes szennyeződés eltávolítására alkalmasak.



11-12. képek: Címke és festéknyomok tűzihorganyzás után

Nem képesek eltávolítani a felületről:

- a festék, lakk, kátrány, bitumen, jelölő címke ragasztót, stb. (11-12. képek),
- a hegesztési varraton maradt salakréteget (13-14. kép),
- a hegesztés során használt bármilyen vegyianyagnak a hegesztési hőhatásövezetben ráégett maradványát:
 - CO₂-gáz (fogyó elektródás) hegesztőpisztoly gázterelőfejébe fújt és a gázzal a felületre porlasztott szilikont,
 - varratvonalra fújt hegesztési fröccsenés leválasztót (5. kép),
 - zsírral, olajjal erősen szennyezett alapanyagfelületen a hegesztés során keletkező égéstermék,

- valamint a kráteres vakrozsdát, levelekben leváló vastag rozsdát, vagy a nagy felületű, egybefüggő, vastag revét.



13-14. képek: Hegesztési salakmaradványok horganyzást követően

Ezért egy korábban festett szerkezetnek legelőször egy teljes értékű (kívül-belül), maradéktalan felülettisztításon kell átesnie, akár festve, akár horganyozva lesz azt követően. Leggyakrabban a szemcse, vagy homokszórászt választják, mellyel a megfelelő felületi tisztaság (K0) elérhető.

Azonban az alábbi szempontokra is kiemelt figyelmet kell fordítani, *hogy a korábban festett termékünk horganyozhatóvá váljon* és az elvárható legjobb minőségű horganybevonat alakulhasson ki minden felületen:

- Első és legfontosabb feltétel, hogy a szerkezetet folyadékokkal teljes mértékben, kívül-belül átjárható legyen. A festésre tervezett szerkezeteken nincsenek horganyzástechnológiai nyílások. A kész szerkezeteken utólag fúrással ritkán lehet megfelelő pozícióba elhelyezni a nyílásokat. Ilyenkor szükségessé válhat a lángvágó berendezés alkalmazása és szakszerű használata. A megfelelő technológiai előkészítéshez a tűzihorganyzó vállalatok, üzemeken kívül a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége és a hatályos MSZ EN ISO 14713 szabvány ad szakmai segítséget.
- A felületeken még nyomokban sem maradhat festék. Ellenőrizni kell nyitott szelvényeknél a szemcseszórásakor „árnyékolt” helyeket is (U, C, vagy nyitott végű zártszelvények belső felületét), a szűk réseket (díszkovács termékek íves, összekapcsolt elemeit, lapolt felületek szűk réseit), illetve minden olyan helyet, ahova a festék befolyhatott.
- A hegesztési varratokon nem maradhat hegesztési salak. A salak a festékbevonat elkészítését nem akadályozza, azonban nem fémes anyag, vegyileg nem eltávolítható, így horganybevonat nem alakul ki rajta.
- Célszerű ellenőrizni a hegesztési varratok kivitelét, minőségét. A kráterek, zárványok, szélbeégések, lezáratlan varratok a horganyzás során, a horganyzáshoz használt folyósítószer salakosodása miatt horganyhiányos, salakos felületeket fognak eredményezni. Célszerű az ilyen varratokat még a horganyzóba történő beszállítás előtt kijavítani.

- Amennyiben vannak lapolt felületek, lezáratlan varratok, azokat is szükséges javítani. A 100 cm²-nél nagyobb lapolásokat (ha körbe vannak hegesztve) meg kell fúrni a hatályos MSZ EN ISO 14713 szabvány előírásai szerint.



15. kép: Átlapolt felület bevonás után

A lapolt felületek között (de ilyen jelenség tapasztalható a díszkovács termékek bilincseinél, díseinél) a horganyzástechnológia sajátosságai miatt nem alakul ki horganybevonat. Javasoljuk, hogy az ilyen szerkezeteket addig tárolják fedett, száraz helyen, míg a lapolásoknál kialakult horganyhiányos részeket a megtisztítást követően semleges bázisú tömítő anyaggal le nem zárják. Így elkerülhető a későbbiek során a páralecsapódások, csapadék hatására kialakuló rozsdakifolyás a lapolt felületek

közül (15. kép). Azonban vannak olyan festett szerkezetek, melyek nem tehetők alkalmassá a tűzihorganyzásra. Ilyen szerkezet típusok általában a gépjármű alvázak, elsősorban a régebbi típusú, gyári alvázak.

A tűzihorganyzáshoz való alkalmatlanságnak tapasztalatunk szerint 2 fő oka van:

- Az egyik ok, hogy a szerkezetek belső kialakítása nem ismert. Nem állapítható meg, hogy a belső merevítések hogyan helyezkednek el, találhatók-e rajtuk megfelelő helyen és méretben, a horgany átfolyást biztosító nyílások, kivágások. Így hatalmas biztonsági kockázatot jelent a tűzihorganyzás elvégzése.
- A régi alvázak gyártásakor a jellemző korrózióvédelmi eljárás a festés volt. Ellátták festékekkel az alvázakat kívülről is és az üregeket belülről is. Az alváz külső felülete hiába lesz megtisztítva, az előbbi ok és a belül maradó festék miatt (ami a horganyzás során tűzveszélyt jelent) a horganyzás nem lesz végrehajtható.

Az elmúlt években megjelentek olyan újabb gyártású, de még festett alvázak is, melyek a meglévő rajzok és az előrelátó, horganyzásra alkalmas tervezésük, gyártásuk miatt már könnyen tűzihorganyozhatóvá tehetők.

Mivel a megfelelő szerkezetek a kezelő folyadékokkal és magával a folyékony horgannyal is kívül-belül teljesen átjárhatók, így ezen termékeknél csak a maradéktalan festékeltávolítás a feladat. Az ilyen acélvázak felújítására szakosodott cégek a festékeltávolítást egy égetőkemencében végzik el, ahol rendkívül magas hőmérsékletre hevítve a teljes alvázat maradéktalanul leégetik a festékbevonatot a felület minden részéről. Így ezek a korábban festett alvázak gond nélkül horganyozhatóvá válnak.

Egy festett bevonat a rendszeres karbantartások, felújítások ellenére is idővel végképp elhasználódik. Ilyenkor, vagy egy új termék elkészítése válik szükségessé, vagy ha az acélszerkezet alapanyaga még alkalmas rá, akkor egy hosszútávú, véglegesnek mondható felületvédelemmel lehet ellátni. Azonban látható, hogy nem minden festett szerkezet

„menthető meg” a festékbevonat horganybevonatra történő „lecserélésével”, mivel a kialakítása nem alkalmas rá.

Érdemes minden tervezőnek, megrendelőnek megfontolnia egy új, drága termék elkészítésénél, hogy a kezdetekben olcsóbb, de a rendszeres felújítások ellenére is idővel tönkre menő, hosszabb távon drágábbá váló bevonattal fogják-e ellátni a terméküket. Logikus döntés, ha rögtön a tartós, évtizedekig karbantartásmentesen használható korrózióvédelmi bevonatot választanak, az hosszabb távon biztosan olcsóbb lesz.

Reméljük, hogy jelen cikkünkkel könnyebbé tudtuk tenni az érdeklődőknek a korrózióvédelmi bevonatok közötti választást.

i-m



ACÉLSZERKEZETEK TÚZIHORGANYZÁSA

MSZ EN ISO 1461

MAGYAR TÚZIHORGANYZÓK SZÖVETSÉGE

2400 Dunaújváros, Gőzmalom utca 6.
mtsz.info@gmail.com
www.hhga.hu

Tűzhorganyzott alvázak, gépjárművázak acélminőség választása, tervezése és gyártása nagyobb figyelmet igényel

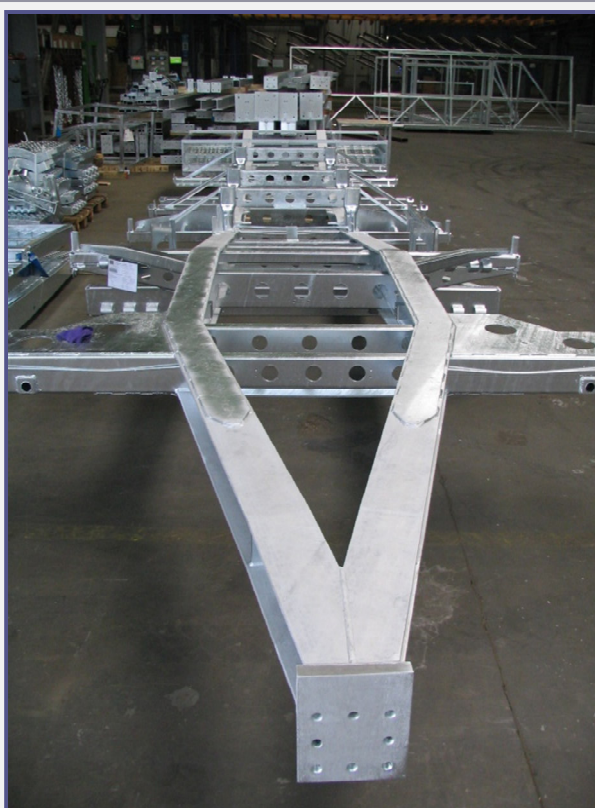
A kereskedelmi minőségű acélalapanyagok többsége a tűzhorganyzóba történő beszállítás előtt nem igényel semmilyen mechanikai felülettisztítást. A tűzhorganyzás évtizedekre, felújításmentes védelmet nyújt a gépjárműveknek is, melyeknél különösen az alvázak vannak erős igénybevételnek kitéve.



Tűzhorganyzott kivitelű kamion alváz



Tűzhorganyzott Jeep személygépkocsi váz



Tűzhorganyzott nagyméretű alvázszerkezet



Illesztett felületek és menetek védelme fontos a gépjármű vázok tűzhorganyzása előtt

A horganyár alakulása 2024.09. - 2025.02. hónapokban

A megadott árak a nagy tisztaságú (SHG Zinc; 99,995%) havi átlagos, leszállított eladási árait mutatják (Forrás: www.feuerverzinken.com).

