

2025.

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



Tisztelt Olvasóink!

Szélesebb körben nyílik lehetőség a tűzihorganyzott acélszerkezetek alkalmazására. Az objektumok tűzvédelmi besorolása általában kötelező feladat. A védelmi osztály meghatározása igazodik az építmény funkciójához. Az előírt tűzvédelmi osztály eléréséhez sokszor kiegészítő intézkedések szükségesek (pl. tűzvédelmi bevonatok kialakítása, szigetelés, stb.). Hazánkban sajnos kevésbé ismert, hogy sok acélszerkezet típusnál és bizonyos követelmények teljesítésekor a darabáru tűzihorganyzással (EN ISO 1461) védett acélszerkezet is megfelel az R30 tűzvédelmi besorolásnak. Ezzel nemcsak a korrózióvédelmet oldhatjuk meg, hanem egyúttal gondoskodhatunk a szükséges tűzvédelmi bevonatról is. Ezzel a fontos témával foglalkozik lapunk egyik írása.

A mezőgazdaság régóta elismert felhasználási területe a tűzihorganyzásnak. A legtöbb esetben problémamentes és semmiféle gondoskodást, vagy karbantartást nem igényel a horganybevonat. De vannak olyan agresszív hatások, amelyeknél a rendszeres bevonattisztítás jelentősen meghosszabbítja a horganybevonat élettartamát. Ezzel komoly megtakarítások érhetők el. Az említett témákkal foglalkozik lapunk 49. száma.

A nyári időszakra minden kedves olvasónknak kellemes időtöltést és kapcsolódást kívánunk!

2025. június 28.

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 kivitelű öntözőberendezés

Mezőgazdasági berendezések, eszközök tűzihorganyzásának tapasztalatai

Manapság a mezőgazdaság területein, mind a növénytermesztésben, mind pedig az állattenyésztésben igen elterjedt korrózióvédelmi módszer a tűzihorganyzás. A horganybevonat jó mechanikai tulajdonságainak, tartósságának, ellenálló képességének köszönhetően, akár más bevonatokkal kombinálva, hosszú ideig biztosít karbantartásmentes védelmet a mezőgazdasági eszközöknek, berendezéseknek. A tűzihorgany bevonatok megtalálhatók a gazdasági épületek szerkezetein, a karámok, gépi berendezések elválasztó- és védőkorlátjain, konvektor és szállítószalag rendszerek alkatrészein, terménytárolók csővezetékein és tartószerkezetein, a gép és egyéb tároló tartályok, szerkezetek tartóelemein, de a munkagépek különböző alkatrészein is (1-2. kép).



1-2. képek: Tűzihorganyzásra váró, mezőgazdasági célú acélelemek

A szerteágazó felhasználási területeken egyaránt fontos, hogy a védőbevonat megfelelően vastag, hibahely- és horganyzási salaktapadványoktól mentes legyen. A szokásos légköri korrózióval intenzívebb korróziós hatások miatt a megfelelő méretű és helyzetű technológiai nyílások megléte szükséges a megfelelő bevonat elkészítéséhez. A konstrukciót célszerű (mint minden más szerkezet esetében is) úgy kialakítani, hogy a nyílásoknak megfelelő horganyzási pozíció esetén a szerkezeten ne legyenek vízszintes helyzetű felületek, vagy élek. Ez a használat során is előnyt jelent, mivel nem rakódnak le a felületeken, üregekben erősen korrozív termékek (pl. gabona maradványok, savas, vagy erősen lúgos anyagok stb.), melyek a horganybevonattal hosszabb távon érintkezve azt károsítanák.

Az állattenyésztő telepekre készülő szerkezeteknél javasolt a szabvány ajánlásánál *jelentősen nagyobb* technológiai nyílások elkészítése. Ennek szükségességét a különböző folyadékok (trágyalé, mosószer, kültéren a szétfagyást okozó csapadék) üregekből való könnyebb eltávozása indokolja. Ezek az anyagok az üregekben maradásuk esetén idő előtti bevonatsérülést, vagy hosszabb ideig tartó érintkezés esetén maradó károsodást okozhatnak magában az acélszerkezet anyagában is.



3. kép: Használatban levő trágyaszóró berendezés horganybevonata

Több eszközre a gyártó előírja, hogy a horganyzott acélszerkezetet a használatot követően, minden esetben, tiszta vízzel alaposan le kell mosni. Ennek oka, hogy az agrártechnológiák sokszor erős korrozív hatást okoznak. A horganybevonat legtöbbször ennek is jól ellenáll, de védőképessége itt már csekélyebb lehet, mint tiszta, semleges környezetben. Összességében a rendszeres tisztítás miatti többlet

tevékenységgel jelentősen hosszabb lesz a szerkezet élettartama, mintha festett lenne. Saválló acélból gyártott szerkezet általában nehezen megtérülő beruházás. A fentiek különösen igazak az erős koptató hatásnak kitett acélszerkezetekre. A horganybevonat agresszív közegben gyorsabban korrodálódik, közben elszíneződik, de *folyamatos tisztántartás* miatt a korrózió mértéke a rendszeres mosás miatt általában jóval kisebb, mint mosás nélkül. Természetesen rendszeres tisztításkor is a védőréteg elszíneződik (3. kép), de ez nem befolyásolja a használati értékét. Lényeges, hogy használat utáni alapos tisztítás mindenkor történjen meg. A gyártók azért nem vállalnak garanciát az ilyen erős igénybevételnek kitett szerkezet bevonatára, mert bizonytalan a felhasználás során történő tisztítás gyakorisága és minősége, ennek kockázatát tehát nem vállalják át.

Körültekintő előkészítés és tervezés mellett is előfordul, hogy a horganyzott elemek környezetében olyan korrozív anyagok találhatók, melyek a bevonatot nagyon rövid idő, akár 0,5-1 év alatt lebonthatják a felületről. Az ilyen helyeken, mint például az állattenyésztő telepeken elhelyezett oszlopokat, korlát lábakat célszerű duplex bevonattal kell tervezni. A horganyzást követően a nyílásokat le kell zárni és az igénybevétel környezetének megfelelően a jelen lévő vegyi terhelésnek ellenálló festékkel le kell festeni, vagy egyéb megfelelő módon bevonni (4. kép) a horganyzott szerkezetet a talajszinttől mérten, legjobb legalább egyméteres magasságig. Ezzel jelentősen növelhető a korrózióval szembeni ellenállás időtartama.

A horganybevonat mechanikai igénybevétellel szembeni ellenállóképessége korlátozott. Ezért nem javasolt olyan helyeken alkalmazni, ahol csúszó, gördülő, súrlódó igénybevétel érheti.

Ilyen hely többek között a konvektor-pályák sín eleme, ahol a fém kerekek, görgők lecserélését követően is gyakorta történtek bevonat leválások a pálya felületéről. Ennek oka volt, hogy az ismétlődő terhelés hatására a horganybevonat elvált az alapfémtől és kisebb nagyobb darabok estek rá a szállított termékekre.



4. kép: Horganyzott oszlop védelme



5. kép: Csúszótalpak

A terménytárolók szállító csővezetékeinek a belső felületén keletkező bevonatkopást követően a páralecsapódás vagy a nedves szállított anyag miatt rozsdásodás alakulhat ki hosszabb idő alatt. Hasonló probléma fordulhat elő a gabonák, vagy egyéb termények válogatására szolgáló rosták, vagy sziták rácsainak a bevonatkopása során. Mindemellett rendszeresen találkozni lehet munkagépek markolóihoz tartozó horganyzott csúszótalpakkal (5. kép).



6-7. kép: Összeszerelhető kivitelben szerencsésebb a szerkezet tűzihorganyozása

Gond forrása a kisállat nevelő telepeken a tároló, szállító kalodák, ketrecek oldalfalain maradó tüskék, hárták a horganyzást követően. A tüskék sérülést okozhatnak. Ezek a horganymaradványok akkor fordulnak elő leggyakrabban, ha ezeket a kalodákat, ketrecek egyben készítik el, egy térbeli szerkezet formájában horganyoztatják le. Ilyenkor a vízszintes közeli síkokon és éleken alakulnak ki ezek a horgany többletek. Javasolt az ilyen termékek

síklapokban történő legyártása, horganyoztatása és majd az azt követő összeszerelése. Ennek több előnye is van. Egyik, hogy a síklapok a kezelésekor függőleges helyzetben kerülnek horganyzásra, a hálók, rácsok alkotóit ideális pozícióba megdöntve elkerülhetők a felesleges felrakódások. Továbbá jelentősen csökken a szállítási költség a jobb helykihasználás miatt. Nem utolsó szempont, hogy a tűzihorganyzók a jobb bevonhatóság miatt (egy ütemben nagyobb mennyiséget lehet elkészíteni) jelentősen kisebb költségen tudják a bérhorganyzást vállalni. Ezen előnyökkel szemben szinte eltörpül az utólagos összeszerelésnek a plusz költsége (6- 7. kép).

Mezőgazdasági eszközök, berendezések horganybevonattal történő ellátása jó döntés a hosszútávú élettartam elérése érdekében. Azonban a cikkünkben is látható, hogy különös körültekintéssel kell eljárni a tervezés és gyártás során, valamint javasolt egyeztetést végezni már a kezdeti időszakban egy horganyzó üzemmel az esetleges buktatók elkerülése érdekében.

i-m

Tűzihorganyzott acélszerkezetek új tűzvédelmi besorolása

Több mint korrózióvédelem

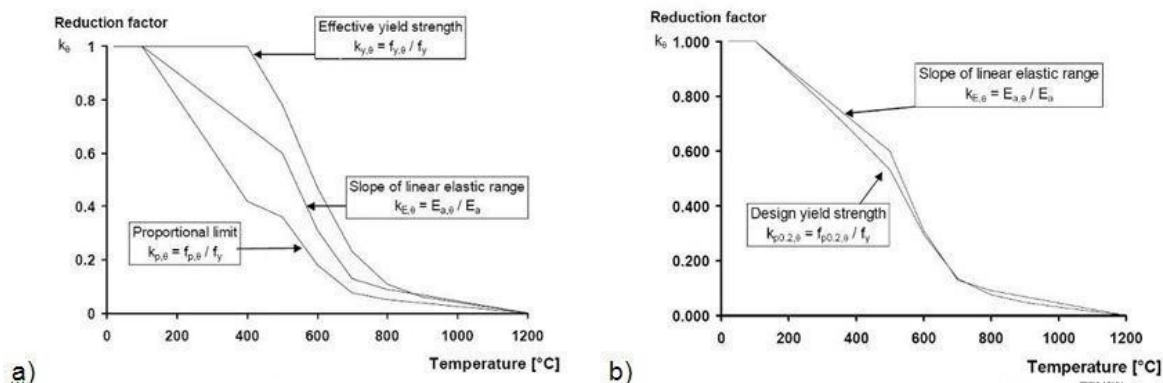
A különféle felhasználási célú épületeknél a legtöbb esetben elő van írva az objektum megfelelő tűzvédelmi osztályba történő besorolása. Ennek fokozatai szerint kell biztosítani a megfelelő védelmi eszközöket, technológiákat és feltételeket. Például egy 30 perces (R30) tűzvédelmi osztályba történő besorolásnál, tűz esetén harminc percig biztosítani kell az épületszerkezet statikai állékonyságát. Ezt többféle módon lehet elérni, melyek közül általánosan elterjedt a tűzre felhabosodó, vastagbevonatok felhordása. Ez a hőszugárzás hatására elbomlik, habot képez az acélszerkezet felületén, mely egy bizonyos ideig „elszigeteli” az acélfelületet a hőszugárzástól annak érdekében, hogy az acélszerkezet hőfoka minél lassabban érje el a szilárdsági szempontból kritikus hőfokot. Az utóbbi évtized kutatásai alapján az európai szerkezettervezési szabványokban (EUROCODE 3-4) megváltoztatták a tűzihorganyzott acélszerkezetek tűzvédelmi besorolását. E szerint bizonyos feltételek teljesülésekor a tűzihorganyzott acélszerkezet megfelel az R30 tűzvédelmi kategóriának. E feltételek nagyon sok gyakorlati esetben teljesülnek, ezzel 10-15%-kal is olcsóbbá és kisebb kockázatúvá tehetik az adott acélépítmény kivitelezését, továbbá jelentősen le lehet rövidíteni az építés időtartamát is.

A hőmérséklet hatása a szerkezeti acél szilárdságára

A szerkezeti acélok szilárdsága (állékonysága) az acélszerkezet hőfokának növekedésével csökken, melynek kritikus tartományát kb. 400 °C környékén éri el. 450°C környezetében szilárdsága már akár 30%-kal is alatta van a 20°C-on mért (névleges tervezési) értéknek. Az 1. ábrán jól látható a szilárdságcsökkenés (tényleges folyási határ csökkenése). A görbék lefutása jól

érzékelteni a kockázatokat, azaz az előírások szerinti igénybevételre tervezett acélszerkezet a hőmérséklet növekedése hatására – tűzvédelem nélkül - hogyan „kerülhet” kritikus stabilitási tartományba.

A fentiekből adódik, hogy az acélszerkezet hőfoka növekedésének időbeni elnyújtása fontos feladata a tervezőnek és kivitelezőnek. Ugyanis ezen „biztonsági” idő alatt lehetőség nyílik az emberéletek és eszközök, anyagi javak épületből történő, még biztonságos kimentésére.



1. ábra: MSZ EN 1993-1-2 szabvány redukciós görbéje (a) normál szénacél és (b) vékonyfalú acél esetén

A tűzihorganyzott acélok R30-as tűzvédelmi besorolása mögött a horganybevonat kedvező tulajdonságai húzódnak meg. A bevonat szerkezete, valamint a fémréteg színe és felületi állapota. A fentiek nagymértékben összefüggenek az acél kémiai összetételével, annak szilícium (Si) és foszfor (P) tartalmával. A melegen hengerelt termékek vonatkozó MSZ EN 10025-2: 2020 7.4.3. pontja alatt felsorolja azokat az acélminőségeket, melyeket tűzihorganyzott acélszerkezeti alapanyagként javasol alkalmazni (1. táblázat).

Bevonat jellemzői		Acélminőség (MSZ EN 10025:2020; 7.4.3.)		
Szokásos* vastagság (μm)	Bevonat tulajdonságai	Si (%) ≤ 0,03%** A	0,14 ≤ Si (%) ≤ 0,25 B	0,25 < Si (%) ≤ 0,35 D
50-100	fényes-ezüstös, sima			
100-250	fényes, szürke, vagy szürke foltos, kissé érdes			
250-600	szürke, foltos, érdes			

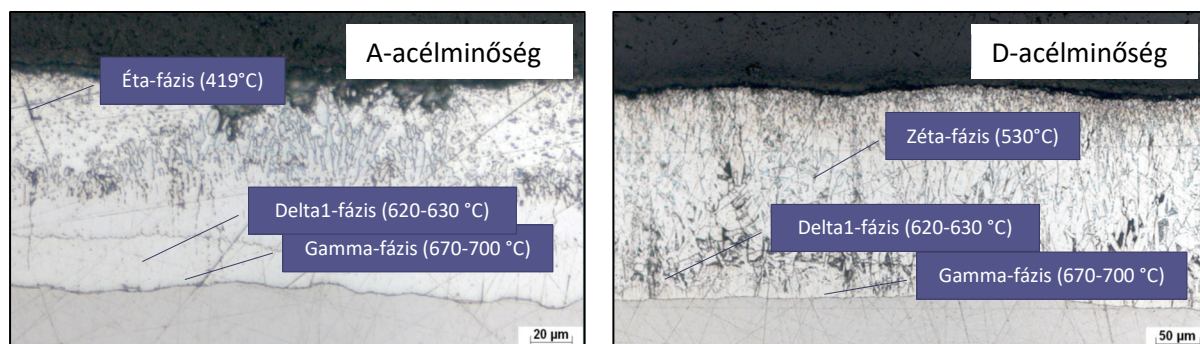
*Gyakorlatban szokásosan mért értékek
 **További feltétel: Si+2,5 P (%) ≤ 0,09% (MSZ EN 10025:2020, 7.4.3. és MSZ EN ISO 14713-2: 2020)

1. táblázat: Tűzihorganyzott acélszerkezetekhez ajánlott acélminőségek

Jól látható benne, hogy jelentős különbségek vannak az egyes acélosztályok között. Ennek megfelelően tűzállóság szempontjából is vannak eltérések.

A horganybevonat szerkezete

Az optimális szerkezetű horganyréteg több metallurgiai fázisból áll, melynek felépítését az alábbi ábrákon mutatjuk be (8-9. kép).



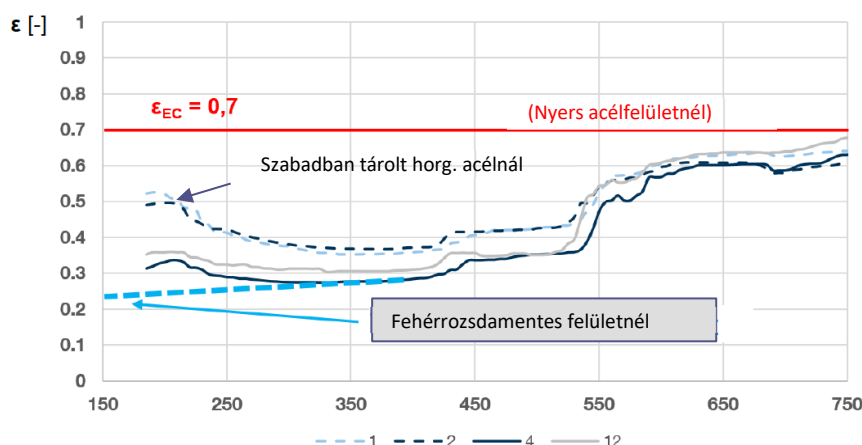
8-9. kép: A és D típusú acélokon keletkező tűzhorgany bevonatok mikroszkópi képei

Az ún. Éta-fázis tiszta horgany, a többi horgany-vas ötvözet. A megadott hőfokok az egyes fázisok stabilitási hőfokát (olvadáspontját) mutatják.

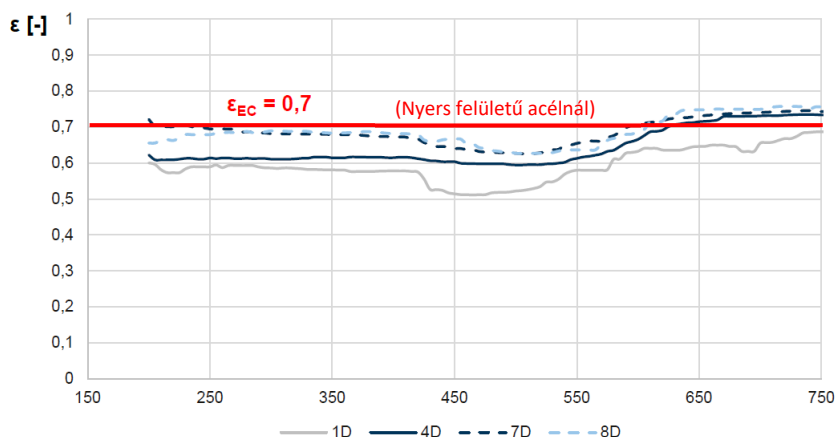
A horganybevonat színe, vastagsága felületi állapota

Az optimális szerkezetű horganyréteg több metallurgiai fázisból áll, melynek felépítését az 1. táblázatból látható, hogy az acélminőség függvényében a frissen elkészített horganyréteg lehet fényes-sima, de lehet szürke-érdes is. Ennek hatása van a fémfelület felmelegedésének sebességére. Hőszugárzásnál a fényes és sima felületű horganyzott acél lassabban fog felmelegedni, mint egy mattszürke és érdes bevonattal rendelkező. A táblázat alapján az A-típusú acélok a legkedvezőbbek a hőszugárzással történő felmelegedés szempontjából (legkisebb az emissziós tényezőjük).

Az emissziós tényező (ϵ) egy olyan jellemző, amely összefüggést mutat egy adott fém felmelegedési időtartamára vonatkozóan. Minél kisebb ez a tényező, annál lassabb lesz a felmelegedés sebessége. Az 2. és 3. ábránkon a „nyers” kivitelű, melegen hengerelt acélszelvény, valamint az 1. táblázat szerinti, A és D minőségből gyártott, horganyzott szelvények emissziós tényezői láthatók.

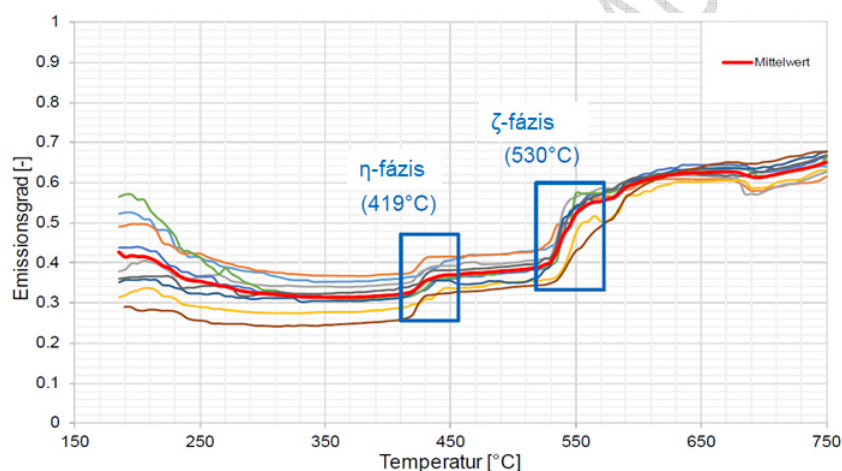


2. ábra: Az emissziós tényező (ϵ) változása az acél hőmérséklete függvényében (A-típusú acélminőségénél)¹



3. ábra: Az emissziós tényező (ϵ) változása az acél hőmérséklete függvényében (D-típusú acélminőségnél)¹

A 2. ábrán látható az acéltanyag saját hőfokának hatása az emissziós tényezőre. Az A-típusú acéloknál kb. kb. 500°C-ig kb. fele a nyersfelületű acélénak (0,35), majd e felett értéke növekszik és egyre inkább megközelíti azt. Nagy jelentőségű, hogy 500°C alatt a horganyzott acélnak a nyers szelvényénél jóval kisebb az emissziós tényezője, ellentétben a D-típusú acélminőséggel (3. ábra).



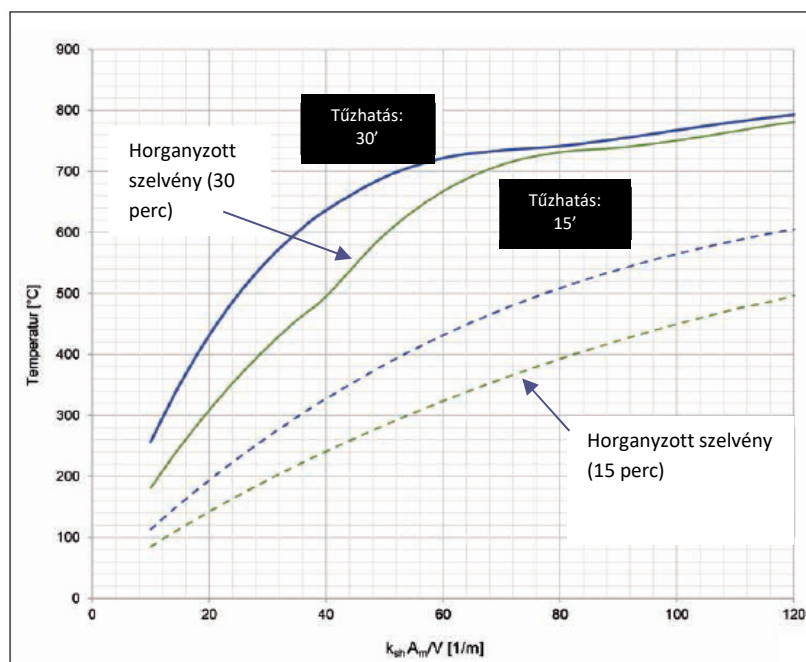
4. ábra: Az emissziós tényező (ϵ) változása az acél hőmérséklete függvényében különböző mintákon (A-típusú acélminőségnél)¹

A 4. ábrán jól látható, hogy a tiszta horgany (éta (η)-fázis) olvadáspontján, valamint a zéta (ζ)-fázis olvadáspontjánál hirtelen növekszik az emissziós tényező értéke. A pirossal jelölt vonal a középértéket mutatja.

A profiltényező hatása a tűzvédelmi besorolásra

Egy tűzhatásnak kitett acélszerkezet esetében fontos szerepet játszik az ún. profiltényező is. A tényező a szerkezeti elem felület/tömeg (A/V) arányát jellemzi. A tömör, rúdszerű

acéldomok nehezebben melegsznek át, mint a nagyfelületű és vékonyfalú szelvények. Erre vonatkozóan nyújt információkat a 5. ábra.



5. ábra: Horganyzott és nyers felületű acélszelvények hőfokának alakulása normál tűznél (30 perc, 15 perc)²

A tűzihorganyzott acélszerkezetek új tűzvédelmi besorolása (R30) lehetőségei

Kiinduló megállapításunk, hogy egy tűzihorganyzott acélszelvény – bizonyos feltételek teljesülésekor – lassabban melegszik fel, mint egy bevonat nélküli. Ez lehetővé teszi, hogy utólagos védelem (passzív védelem) nélkül is elérhető lesz az R30 tűzállósági követelmény. Ahhoz, hogy egy tűzihorganyzott acélszerkezet R30-as tűzvédelmi besorolást nyerjen alakjának, geometriájának (profiltenyező), acélminőségének (horganybevonat típusa), valamint a tűzhatás jellegének (profilra érő tűzhatás irányai) meg kell felelnie a szükséges követelményeknek. Ehhez a DAST Richtline 027 irányelv nyújt részletes segítséget. Az irányelv szorosan illeszkedik az EN 1090 szabványhoz, valamint EUROCODE 3 és 4 tervezési szabványokhoz kiegészítésül szolgál. Az acélszerkezetet az EN ISO 1461 szerint kell tűzihorganyozni. Acélanyag feleljen meg az EN ISO 14713-2 szabványban megjelölt A és B acélminőségeinek. A tervezés megkönnyítésére különféle euronogrammok, táblázatok, programok állnak rendelkezésre.

Felhasznált irodalom:

- [1]: Martin Mensinger; Christian Gaig; Samuel Pfenning: Technische Universität München, Lehrstuhl für Metallbau, Duisburg, 11. október 2018
 [2]: Feuerverzinkung, 48. Jahrgang, 01/2019, www.feuerverzinken.com

A mezőgazdaságban is van szerepe a tűzihorganyzott acélok új, „R30-as” tűzvédelmi besorolási lehetőségének

Nagy jelentősége van a tűzihorganyzott (EN ISO 1461) acélszerkezetek új tűzvédelmi besorolásának. Számos esetben elegendő a 30 perces tűzállósági érték, melynek eléréséhez bizonyos követelményeknek kell megfeleltetni az acélszerkezetet. Ezzel egyszerre korrózióvédelmet és tűzállóságot is szolgál a tűzihorganyzás.



Tűzihorganyzott kivitelű hajtatóház



R30-as tűzvédelmi osztályba sorolásnál a vastagfalú (EURO) szelvényes épületszerkezetek jöhetnek szóba



Öntözőcsövek tűzihorganyzása



Tűzihorganyzott korlátszerkezet több évtized elteltével is kifogástalanul ellátja a feladatát

A horganyár alakulása 2024.12. - 2025.05. hónapokban

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

