

## ACÉLSZERKEZETEK SÍKBA KÖSZÖRÜLT HEGESZTETT KÖTÉSEINÉL A TŰZIHORGANYZÁST KÖVETŐEN JELENTKEZŐ ESZTÉTIKAI HIBÁK MEGELŐZÉSE

Az Országos Villamostávvezeték Zrt. (OVIT) fő profilja villamosipari acélszerkezetek és általános acélszerkezetek gyártása és korrózióvédelme a hazai és külföldi piacra egyaránt. A termékek jelentős hányada duplex védelemmel ellátott távvezetékoszlop, illetve egyéb acélszerkezet. A számtalan termékből akad néhány olyan, amelynél kedvezőbb lenne, ha a hegesztett kötés és az alapanyag közötti különb-

séget nem lehetne érzékelni. Az OVIT és a Messer Hungarogáz szakemberei egy közös kísérletre vállalkoztak, amelynek célja olyan hegesztéstechnológia kidolgozása volt, amellyel megelőzhető a tűzihorganyzás utáni esztétikai hibák megjelenése, és a varrat „láthatatlanná válik”.

A jelen cikk ezen kísérleteket és eredményeit foglalja össze.

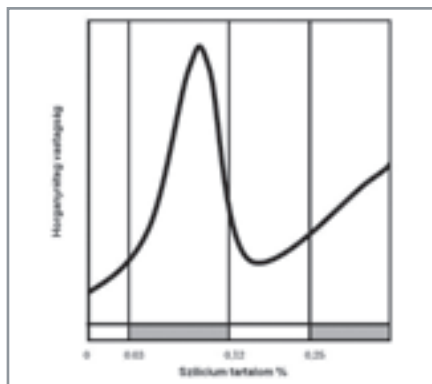
### A FELADAT

A különböző síkba köszörült hegesztési kötéseknel az alapanyag és a varrat esetében a védőréteg vastagsága eltérő. Ez a vastagságkülönbség esztétikailag zavaró eltérések formájában jelentkezik a tűzihorganyzásra kerülő szerkezeteknél (1. ábra). Ez az eltérés nem csak esztétikailag kifogásolható, hanem hátrányos helyzetbe hozhatja a gyártót az átadásnál a megrendelővel szemben. A kísérletek célja eltüntetni a varrat és alapanyag között látható különbségeket, hogy a megmunkálást és tűzihorganyzást követően a felületek homogén összetételt mutassanak, és ne lehessen megkülönböztetni az alapanyagot a varrattól.



1. ábra: Hegesztett kötés tűzihorganyzott és festett bevonattal

A probléma okozója a varrat és az alapanyag közötti kémiai összetétel különbségében rejlik. A tűzihorgany bevonatok tulajdonságai (vastagság, színezet, összetétel, mechanikai tulajdonságok) szoros összefüggésben vannak az alapanyagokban lévő Si mennyiségével. Ez a szoros összefüggés a



2. ábra: Sandeli-görbe

szakirodalomban Sandeli-görbe néven vált ismertté (2. ábra).

A görbét vizsgálva négy olyan acélcsoportot lehet elkülöníteni, ahol különböző típusú bevonatok alakulnak ki:

- Az első csoportba (hypo-Sandeli-zóna) tartoznak azok az acélok, ahol  $Si < 0,03\%$ . A bevonat fényes, ezüstös, optimális szerkezetű.
- A második csoport acéljai (Sandeli-zóna) ahol a Si-tartalom  $0,03-0,12\%$  között van. A bevonat szürke, valamennyi tulajdonsága kedvezőtlen.
- A harmadik csoport (hyper-Sandeli-zóna) ahol a Si-tartalom  $0,12-0,25\%$  között található. A bevonat ezüstös fényes/vagy szürke, általában optimális szerkezetű és vastagságú.
- A  $0,25\%$  feletti Si-tartalommal rendelkező acélok. A bevonat egyre vastagabb és tisztán ötvözeti fázisokból áll, színe az ezüstből matt szürkévé válhat.

A legújabb kutatások megállapították, hogy a szilícium mellett bizonyos összetétel esetén a foszfortartalom (P) jelentős hatást fejt ki a bevonatok tulajdonságaira.

### A KÍSÉRLETEKHEZ HASZNÁLT ANYAGOK

Az acélszerkezetek kialakítására használt S355J2 általános rendeltetésű szerkezeti acélokra az MSZ EN 10025:2005 szabvány vonatkozik. Ebben a szabványban a S355J2 acélmínőségre maximált Si-tartalom  $0,55\%$ . A hegesztésekhez használt alapanyag Si-tartalma (műbizonylatok szerint  $0,23\%$ ) alapján a hyper-Sandeli-zónába tartozik. A hozaganyagok esetében különböző Si-tartalommal találkozunk (1. táblázat).

A hagyományos tömör hegesztőhuzalok Si-tartalma általában  $0,5-1,0\%$  között található gyártótól és sarzstól függően. A célunk olyan huzalt találni, amelynek Si-tartalma  $0,4\%$  alatti. A porbeles huzalok között találtunk olyat, amely ezt a kritériumot kielégíti. Ezekkel és az addig használt hagyományos tömör huzallal végeztük a hegesztéseket. Az SDA LSI huzal  $0,014\%$  Si-tartalommal a hypo-, míg a 236 M huzal  $0,34\%$  Si-tartalommal a hyper-Sandeli-zónába esik. Az előbbinél az alapanyagban lévónél vékonyabb, az utóbbinál pedig vastagabb horganyréteg várható a hegesztést követően.

A hegesztésekhez olyan védőgázokat választottunk, amelynek különböző oxigéntartalma lehetővé teszi az ötvözők kisebb-nagyobb mértékű kiegészét,

hogy a varrat szilíciumtartalma közelítsen az alapanyagéhoz. A 4% és 8% oxigént tartalmazó védőgázok esetében a hegfürdő kis viszkozitással rendelkezik, jobban terül, jó a résáthidaló képessége. Kevésbé alkalmas kényszerhelyzetű hegesztésnél. Az oxigéntartalmú védőgázkeverékek különösen ajánlottak szóróíves hegesztésekhez.

## A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA

Egy furatokkal ellátott S355J2 anyagminőségű L 150x150x10 szögacélon végeztük a hegesztési kísérleteket. A tesztelésen a furatok feltöltése volt a feladat. Ezt láttuk a legegyszerűbb, legolcsóbb és leggyorsabb megoldásnak. A hegesztésekhez három különböző összetételű, 1,2 mm átmérőjű hozaganyagot (1. táblázat) és három különböző összetételű védőgázt használtunk (2. táblázat). A különböző huzal-védőgáz kombinációk azonosítására használt jelöléseket a 3. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Hozaganyagok

Megnevezés	Kémiai összetétel %					Megjegyzés
	Si	Mn	C	P	S	
STEIN-Megafil SDA LSI	0,014	1,08	0,1	0,009	0,008	porbeles huzal
STEIN-Megafil 236 M	0,34	0,97	0,06	0,014	0,006	porbeles huzal
OK AristoRod12.50	0,87	1,48	0,08	0,016	0,018	tömör huzal

2. táblázat: Gázösszetétel és jelölés

Kódolás	EN ISO 14175 szerint	Védőgáz-összetétel %		
		Ar	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
X4	M 22	96	4	-
X8	M 22	92	8	-
X2C18	M 24	80	2	18

4. táblázat: SDA LSI hozaganyaggal végzett hegesztések



A hegesztéshez samott alátámasztást alkalmaztunk. Minden egyes hegesztés ugyanazon beállításokkal, egy 450-es fogyóelektródás áramforrással készült el. A kivitelezéskor az áramforrás kijelzője 320–350 A és a feszültség 26–27 V közötti értékeket mutatott.

A hegesztés után minden esetben lamellás koronggal síkba köszörülték a dugókat, majd tűzhorganyzás és néhány nap szabadban történő pihentést követően értékeltük az eredményeket, amelyeket felvételekkel dokumentáltunk.

## A KÍSÉRLETEK KIÉRTÉKELÉSE

Az SDA LSI huzallal végzett kísérletek eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. A horganyzott hegesztésekről készült felvételeken jól láthatók az alapanyaghoz képest mélyebben lévő varratok. Amint az várható volt, az alacsony Si-tartalom miatt a horganyréteg varrat feletti vastagsága vékonyabb, ezért lát-

szik mélyebben a varrat. Érdekesek és további vizsgálódás tárgyát képezhetik a vékonyabb horganyrétegű varraton megjelenő szigetek, melyek nagysága különböző, és a védőgáz oxigéntartalmával mutat összefüggést. A nagyobb oxigéntartalmú gázzal végzett hegesztés nagyobb szigeteket eredményezett.

A 236 M huzallal végzett kísérletek eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A felvételek alapján a 41 darab esetén nagyon halványan érzékelhető a varrat egy részlete, az 51 és 52 darabok esetében a varrat és az alapanyag nem különül el, a felület homogén képet mutat. Úgy tűnik, hogy az utóbbi két hegesztésnél sikerült a varrat kémiai összetételét közel azonosra hozni az alapanyagéval.

A különböző acélszerkezeti elemek hegesztésére egyébként is használt AristoRod 12.50 tömör huzallal és különböző védőgázokkal végzett kísérletek eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. A felvételekből jól látható, hogy a varrat minden esetben elkülönül, kidomborodik az alapanyaghoz képest. Ezekben az esetekben a védőgáz növelt oxigénje nem volt elegendő a szilícium és egyéb ötvözőelemek oly mértékű kiegészéséhez, amely biztosította volna az alapanyaggal közel azonos összetételt. A Sandeli-görbe szerint a varrat 0,25%-nál magasabb szilíciumtartalma eredményeként vastagabb horganyréteggel kell számolni, amit a kísérletek igazoltak.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A tűzhorganyzott vagy duplex védelemmel ellátott acélszerkezetek síkba köszörült hegesztési kötéseinél az alapanyag és a varrat esetében a különböző kémiai összetétel miatt a védőréteg vastagsága eltérő. Ez a vastagságkülönbség esztétikailag zavaró eltérések formájában jelentkezik

3. táblázat: Huzal-védőgáz párosítások

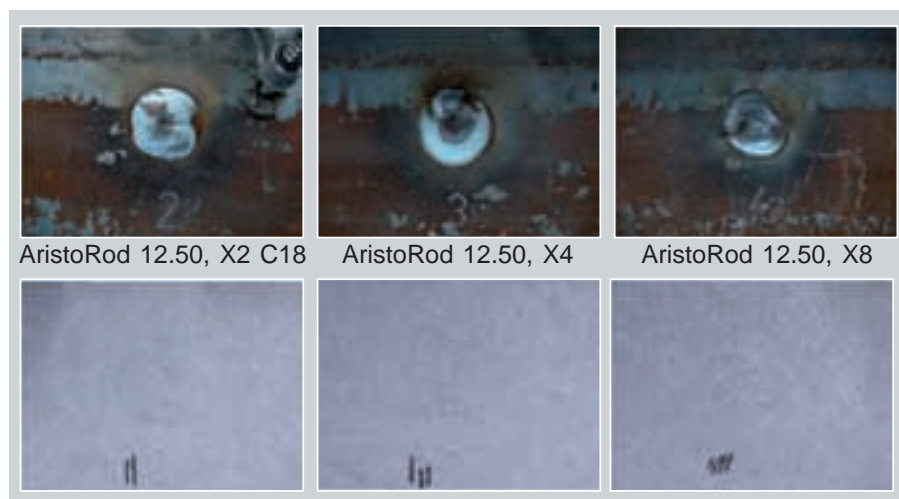
Jelölés	Hegesztőhuzal	Védőgáz
21	SDA LSI	X2C18
11	SDA LSI	X4
31	SDA LSI	X8
41	236 M	X2C18
51	236 M	X4
52	236 M	X8
22	AristoRod 12.50	X2C18
32	AristoRod 12.50	X4
42	AristoRod 12.50	X8



5. táblázat: A 236 M hozaganyaggal végzett hegesztések



6. táblázat: AristoRod 12.50 hozaganyaggal végzett hegesztések



A cél olyan hegesztéstechnológia kidolgozása volt, amellyel megelőzhető az ilyenfajta esztétikai hibák megjelenése és a varrat „láthatatlanná válik”.

Az alapanyagon lévő furatok feltöltésével modellezett hegesztéseket különböző hozaganyag- és védőgáz-kombináció alkalmazásával végeztük. Sikeresült olyan huzal-védőgáz párosításokat találni, amelynél a varrat és az alapanyag nem különböztethető meg. Ez a technológia alkalmas gyártásban, vagy javításban olyan hegesztett kötés kivitelezésére, amely síkba köszörülést követő korrózióvédelem után nem látható.

#### Felhasznált irodalom

- [1] Antal Árpád: A tűzhorganyzás technológiája I. Tűzhorganyzás szakfolyóirat I. évfolyam 1. szám, 2002.
- [2] Antal Árpád: A tűzhorganyzás technológiája II. Tűzhorganyzás szakfolyóirat II. évfolyam 1. szám, 2003.
- [3] Czingráber László: Az ideiglenes távvezetékoszlop egy elemének gyártása; Hegesztéstechnika XIX. évfolyam, 2008/3.
- [4] Gáti József: Hegesztési zsebkönyv. Műszaki Kiadó 1996.
- [5] Hegesztés és rokon technológiák – kézikönyv. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007.
- [6] Hegesztési védőgázok – prospektus, Messer Hungarogáz, 2008

## Védőgázok rozsdamentes acélok hegesztéséhez



### Szakértelem – ami összeköt

Korszerű védőgázok WIG, MIG/MAG hegesztéshez.

#### A kihívások:

Új alapanyagok, magas minőségi követelmények, termelékenység-növelés, előállítási költségek csökkentése.

#### Válasz a kihívásra:

- Inoxmix védőgázkeverékek és formáló védőgázok erősen ötvözött ausztenites, duplex, szuper-duplex, lean-duplex korrózióálló és saválló acélokhoz
- hegesztési technológiák kidolgozása a helyszínen

#### Eredmény:

Kevesebb elszíneződés, mélyebb beolvadás, kitűnő varratmechanikai tulajdonságokkal rendelkező hegesztett kötés. Nagyobb termelékenység, kisebb deformáció, szebb varratfelület, kevesebb utómunka.

Bővebb információ:  
[www.messer.hu](http://www.messer.hu)

**MESSER** 

Messer Hungarogáz Kft.  
1044 Budapest, Váci út 117.  
Tel: 06 1 435 1157  
Fax: 06 1 435 1101  
hegesztes-vagas@meser.hu  
[www.messer.hu](http://www.messer.hu)

Part of the Messer World 