

HEGESZTÉS TECHNIKA

XXX. ÉVFOLYAM
2019. 3. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

Making our world more productive

Linde

www.lindegas.hu

REHM

Hegesztéstechnika

Egyszerűen a legjobb...
egyszerűbb, magától értetődőbb kezelést
és hozzá kiemelkedő tudás párosul

DIGITÁLIS VILÁG

FOCUS ARC



www.rehm.hu





Lasting Connections

TERRA & URANOS

Az új referencia a
hegesztőgépek között.



Az Ön kihívása fémből gyártott anyagok összehegesztése. Tudja, hogyan kell hidakhoz, gépekhez és erőművekhez tervezett alkatrészeket hegesztetni. A munkájához nem „egy” megoldásra van szüksége, megérdemli a legjobbat. Egyedülálló portfóliónk csúcsmínőségű hegesztőanyagokból, alkalmazástechnikai szolgáltatásokból, kiegészítőkből és hegesztőgépekből áll, mellyel teljes körű megoldást tudunk nyújtani. A Terra és Uranos termékcsaláddal pedig új mércét állítunk fel a mindennapos és a különleges hegesztési feladatoknál.

A hegesztőanyagok és gépek az alkalmazástechnikai tudásunkra építve az iparágban egyedülálló módon lettek hangolva, mely a precizitás újabb lépcsőfokát teszi lehetővé. Ezzel megcélozhatja az iparágában legjobb kötéseket, melyekre büszke lesz. Ehhez 5 év garanciát adunk valamennyi Terra és Uranos hegesztőgépünkhöz.

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

ASKAYNAK

THE FUTURE STARTS WITH A SPARKS

WWW.CENTROTOOL.HU

1102 Budapest, Halom u. 1. | centrotool@centrotool.hu | 061 262 44 08

TARTALOM

1

MHtE Egyesületi és Személyi hírek MHtE Association and Personal News MHtE Vereinigungs-, und Persönliche Nachrichten

Ginsztler János	3
Beszámoló a C-VIII-as bizottság munkájáról	7
a 2019. évi 72. IIW közgyűlésen	8
Hegesztők, európai szintű, munkaalapú oktatása	8
Folytatódik a Nemzetközi Hegesztőspecialisták képzése	9
Újabb Nemzetközi Hegesztőtechnológus képzés zárult	10
Szemelvények a Nemzetközi Hegesztési Intézet	14
72. Közgyűléséről és a Nemzetközi Konferenciáról	15
Nemzetközi/Európai kiemelt (IWP/EPW) hegesztő tanfolyam vizsgázói	18
Ülésezett az IAB	19
MHtE Akadémia – tervezett tanfolyamok 2019-ben	20
Az MHtE társ- és más intézmények folyóiratainak témái	
3rd International Conference	
on Vehicle and Automotive Engineering VAE2020	

2

Országos Tanácskozás National Conference Nationale Konferenc

DR. JÁRMAI KÁROLY

Hegesztett szerkezetek költségtakarékos kialakítása	23
Cost-effective production of welded structures	23
Erzeugung von geschweißten Konstruktionen kostengünstig	23

SIMONKAY VERONIKA

A Biodom építése	31
Building the Biodom	31
Der Aufbau den Biodom	31

ERDŐ IMRE

Európai szintű vasúti jármű gyártás, javítás, és karbantartás,	35
európai szintű gyártásfelügyelő képzés	35
Rolling stock production on European level	35
Eisenbahnfertigung auf europäischen Niveau	35

FORGÁCS PÉTER

Intelligens, Ipar 4.0 feltételeihez igazodó	
XHT-01-es huzalelőtoló fejlesztése a FORTRANS Kft.-nél	37
Intelligent, Industry 4.0 compliant	37
development of XHT-01 wire feeder at FORTRANS Kft.	37
Entwicklung von Drahtvorschubgeräte XHT-01	37
bei der FORTRANS Kft., konform mit Intelligent, Industrie 4.0	37

BIRÓ TAMÁS

Robothegeztés a darugyártásban	41
Manufacturing cran using robotic welding	41
Roboteranwendung im Kranbau	41

DR. FARKAS ATTILA

A robothegesztés tervezése a hegesztési felelős szemszögéből	47
Ideas for planning robotic welding according to the coordinator's view	47
Entwurf Schweißen mit Roboter wie es sieht der Schweißbeauftragter	47

DR. GREMSPERGER GÉZA PhD

EWF- rendszerű duális hegesztő képzésre vonatkozó	
leggyakoribb információk kérdés-felelet formában	53
Information based on frequent asked questions	53
about welder dual training according to EWF-system	53
Information über die Dualausbildung nach EWF Lizenz	53
erklärt mit häufig aufgestellten Fragen	53

SZABÓ JÓZSEF

Megjelent a hegesztésselüyeleti személyzetre vonatkozó	
MSZ EN ISO 14731:2019	59
Recently published MSZ EN ISO 14731:2019 on welding coordination	59
Die neue Ausgabe von MSZ EN ISO 14731:2019 war ausgelegt	59

VARBAI BALÁZS, MÁJLINGER KORNÉL

A nitrogén szerepe a duplex acélok ívhegesztésekor	63
The role of nitrogen when welding duplex-steels	63
Die Rolle von Nitrogen wenn Duplex-Stähle	63
mit Lichtbogenschweißen werden geschweißt	63

NACSA GERGELY, GYURA LÁSZLÓ

Különböző szilárdságú acélok lánggyengítési tapasztalatai	69
Experiences if using flame-straightening on different steel-grades	69
Erfahrungen wann Stählen mit verschiedenen Festigkeit werden mit	68
Flammrichten behandelt	68

VARGA ZSOLT

Az MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány adta	
új lehetőségek és korlátok ismertetése	79
New possibilities and limits of MSZ EN ISO 15614-1:2017	79
Neue Möglichkeiten und Beschrenkungen	79
bezüglich von MSZ EN ISO 15614-1:2017	79

3

Kutatás-Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

KÓVÁGÓ CSABA, MÁJLINGER KORNÉL, LEHEL JÓZSEF

A hegesztési füst szilárd részecskéinek egészségügyi hatásai	
a szakirodalom és saját vizsgálat tükrében	92

PROF. DR. JÁRMAI KÁROLY, ERDŐS ANTAL

Szemelvények a nemzetközi hegesztési intézet	
XI, XIII és XV-ös bizottságai munkájából	103

4

Sajtóközlemények Press release Pressemitteilungen

How does IIW/EPW educations match with (EN) ISO 14731:2019	96
--	----

STEFANIE NÜCHTERN-BAUMHOFF

SIKERSZTORI – Áramforrások és robotok egy kézről	100
--	-----

PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon
a hegesztési füstelszívásban**

www.plymovent.hu

AC PLYMOVENT Kft.

2132 Göd Pozsonyi u. 15.
tel: 06 27 530 300 fax: 06 27 530 309
mail: informaciokeres@plymovent.hu

Ginsztler János

1943–2019

Ginsztler János a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának kalorikus gépészmérnök szakán végzett 1966-ban. Két évvel később hegesztőmérnöki képesítést is szerzett. Gépészmérnöki diplomájának átvétele után az egyetem Mechanikai Technológia Tanszékénél kapott tanársegédi állást. Később adjunktusként dolgozott az intézményben. 1981-ben kapta meg egyetemi docensi, három évvel később egyetemi tanári kinevezését. Közben 1986-ban az egyetem Villamosipari Anyagtechnológia Tanszékének vezetésével bízták meg. Tanszékvezetői pozícióját a két tanszék egyesítése után létrejött Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tan Tanszéken (2004-től Anyagtudomány és Technológia Tanszék) is megtartotta egészen 2007-ig. Emellett 1991-ben az egyetem nemzetközi ügyekért felelős rektorhelyettesévé is megválasztották, tisztségét hét éven keresztül töltötte be. 1996-ban az MTA és a BME közös Fémtechnológiai Kutatócsoportjának vezetésével is megbízták. 1998-ban az egyetem Mérnöktoábbképző Intézetének igazgatója lett. 1998 és 2001 között Széchenyi professzori ösztöndíjjal kutatott.

1980-ban védte meg a műszaki tudományok kandidátusi, 1988-ban akadémiai doktori értekezését. Az MTA Anyagtudományi és Technológiai Bizottságának lett tagja, később pedig több éven át elnöke is. 1994 és 2000 között az akadémia közgyűlési képviselője volt, majd 2001-ben megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 2007-ben pedig rendes tagjává. Közben az Elektronikus Eszközök és Technológiák Bizottságba is bekerült. 1998-ban a londoni Európai Akadémia



(Academia Europaea) is felvette tagjai sorába. Akadémiai tisztségei mellett a Magyar Mérnökakadémia alapító tagja. A szervezetnek 1990 és 1996 között főtákará, majd ezt követően elnöke. 1990-től három éven át a Gépipari Tudományos Egyesület elnöke, illetve 1991–1998-ban a Műszaki és Természettudományos Egyesületek Szövetsége (MTESZ) alelnöke volt. 1994 és 2000 között az Országos Atomenergia Bizottságban és a Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságban tevékenykedett. 2004-ben a Magyar Szabványügyi Testület vezetésével is megbízták. Számos tudományos szakfolyóirat szerkesztőbizottságában vett részt: „The International Journal of Pressure Vessel and Piping”, „Materials at High Temperature”, „European Journal of Mechanical Engineering”.

Számtalan tisztségének ellátása során mindig a Műegyetem érdekeit tartotta szem előtt. Nemzetközi kapcsolatai révén nagyon sok fiatal kutatót és graduális hallgatót segített külföldi rész képzésben való részvételben. Irányításával valósultak meg az első

Erasmus-projektek az egyetemen. A hazai és nemzetközi szervezetekben végzett munkája során mindig hangsúlyosan képviselte a BME-t, így vehetett részt számos olyan nemzetközi eseményen a rendszer-váltást követő években, amelyeken hazai egyetemek csak ritkán tudták képviseltetni magukat (pl. a Finnországban megrendezett „Hungarian Science Day”, ahol őt hazai egyetem, köztük a Műegyetem mutatkozhatott be az akkor még szokatlan videoklipes formátumban). Nemzetközi rektorhelyettesként számtalan kétoldalú kapcsolat megvalósításában működött közre. Elve mindig a „csapatjáték” volt, ezt számtalan felszólalásában hangsúlyozta, és tevékenysége során alapelveként betartotta.

Ginsztler János vezetésével szerezte meg a Mérnöktoábbképző Intézet az ÉMI-TÜV Bayern Kft. Menedzsment Rendszereket Tanúsító Iroda tanúsítványa szerint az MSZ EN ISO 9001:2009 szerinti minőségbiztosítási tanúsítványt. Neki köszönhető, hogy hazánkban számos kiváló mérnök kaphatta meg az euromérnöki diplomát (Eur. Ing.), amelyet a Magyar Mérnökakadémia adott ki az Európai Mérnökakadémiák Szövetsége (FEANI) felhatalmazása alapján.

Ginsztler János a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem emblematikus alakja, neve összefonódott a BME nemzetközi és hazai kapcsolatainak kiépítésével és ápolásával. Gyászolja a BME GPK Anyagtudomány és Technológia Tanszéke.

Ginsztler Jánost a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Magyar Tudományos Akadémia saját halottjának tekinti.

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS
(MHtE) nyereségre nem törekvő szervezet

Jogi tagok: az alábbi 30 hegesztéssel kapcsolatos gyártó, szerelő kis-, közép- és nagyvállalat	Tagok: az alábbi 10 intézmény és 11 vállalkozás, melyek az Egyesülés alap-, közép- és felsőfokú hegesztőképzését bonyolítják	Tagok: az alábbi 38 cég, melyek hegesztő alapanyag-, segédanyag-kereskedelemmel, gépgyártással foglalkoznak és hegesztéssel kapcsolatos szolgáltatást nyújtanak
--	---	---

ÁGSZER 2003 Kft.
BIS Hungary Kft.
BIS MCE Nyíregyháza Kft.
BKV Vasúti Járműjavító Kft.
BUDAMOBIL-CARGO Járműipari és
Szolgáltató Kft.
CG Electric Systems Hungary Zrt.
CH-PLUSSZ-2000 Kft.
DAK Acélszerkezeti Kft.
Dunakeszi Járműjavító Kft.
FORTACO Zrt.
GYEGÉP Kft.
Hexa-Metal Kft.
IGM Robotrendszerek Kft.
INVESTMONT Kft.
KÉSZ Ipari Gyártó Kft.
KÓPIS és TÁRSA Kft.
KRAUSE Ipari, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.
MÁTRAFÜTŐBER Épületgépészeti Kft.
MÁV-THERMIT Hegesztő Kft.
MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
OT-Industries-DKG Gépgyártó Kft.
OT-Industries-KVV Kivitelező Kft.
Penstar Service Kft.
PETROLSZOLG Kft.
PYLON-94
Gép- és Acélszerkezetgyártó Kft.
Schwarzmüller Kft.
Szellőző Művek Kft.
T-L-C Kft.
Vetraforce Kft.
WWV-HALBO Kft.

ADU Oktatási Központ
BGSC Szili Kálmán Műszaki Szakgimnázium,
Szakközépiskola és Kollégium
BME ATT
CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési Tanácsadó Kft.
Debreceni Egyetem Műszaki Kar
DUNAGÁZ Zrt.
Dunaújvárosi Egyetem
BGSZC Eötvös Loránd Szakgimnázium és
Szakközépiskola
Eszkimő Magyarország Zrt.
EUROKT-AKADÉMIA Szakképző és Szakmai
Szolg. Kft.
HIDRA Felnőttképző Kft.
ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.
Miskolci Szakképzési Centrum Andrassy
Gyula Szakközépiskolája
MISKOLCI EGYETEM Mechanikai
Technológiai Tansz.
Neumann János Egyetem
Nyíregyházi Egyetem
Óbudai Egyetem BGK
ORSZAK Bt.
SLV München GSmbH
SZTÁV Felnőttképző Zrt.

AC Plymovent Kft.
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.
AIR LIQUIDE HUNGARY Kft.
„AUTOMED” Autogénteknikai Kft.
C & T Hegesztéstechnikai Kereskedőház Kft.
COKOM Mérnökiroda Kft.
CORWELD PLUS Kft.
ECM Certification Kft.
ÉMI-TÜV SÜD Kft.
ESAB Kft.
FROWELD Kft.
HEGPONT Kft.
INTERWELD Kft.
INVENT-WELDING
Kereskedelmi Kft.
KE-TECH Kft.
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.
Magyar Hegesztési Egyesület
MAROVISZ
MESSER HUNGAROGÁZ Kft.
MIGATRONIC Kft.
MINELL Kft.
OLVEX Kft.
Qualiweld Welding & Trade Kft.
POLIGRAT Magyarország Kft.
POLYWELD Kft.
Rechen Hegesztőház Kft.
REHM Hegesztéstechnika Kft.
SIAD HUNGARY Kft.
Synergic Hegesztéstechnika Kft.
SOYER Magyarország Kft.
TAM CERT Magyarország Vizsgáló és
Tanúsító Kft.
TRAKIS-HETRA Kft.
TÜV Rheinland InterCert Kft.
VISZÉK Kft.
Volvid Zrt.
VÖRSAS Kft.
WELDIMPEX Termelő és Kereskedelmi Kft.
WELDMATIC Kft.

Az MHtE szolgáltatásai

NEMZETI ÉS NEMZETKÖZI PROJEKTEKBEN VALÓ RÉSZVÉTEL

IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK TANÚSÍTÁSA MIR, KIR, MEBIR

HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁK MINŐSÍTÉSE

a 2014/69/EU direktíva alapján, mint kijelölt és bejelentett NB szervezet (Nr. 2672)

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS az ISO 3834, EN ISO 3834,
MSZ EN ISO 3834 szerint. A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW),
Európai Hegesztési Szövetség (EWF)

valamint a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH) akkreditálása és felhatalmazásai alapján

Az ömlesztő hegesztés végzésének feltételeiről szóló 8/2018 ITM R. szerinti üzemalkalmasság tanúsítására kijelölt szervezetként

Nemzetközi és Európai Hegesztőmérnök, -Technológus, -Specialista, -Tervező, -Hegesztő, -Inspektor
(Gyártásfelügyelő), -Kiemelt Hegesztő, Ellenállás Hegesztő, Ellenállás Hegesztő Specialista (új)

DIPLOMÁK KIADÁSA

Diplomával rendelkezők tanúsítása,
az EWF/IIW felhatalmazásai alapján.

FÉMET ÉS MŰANYAGOT HEGESZTŐK ÉS FORRASZTÓK MINŐSÍTÉSE

az MSZ EN ISO 9606, MSZ EN ISO 14732, MSZ EN ISO 13585,
MSZ EN 13067 és NGM 15/2012 közleménye (aktualizálva)
szerint minisztériumi kijelölés és NAH akkreditáció alapján
és a 2014/68/EU direktíva alapján, mint NoBo szerint is (Nr. 2672)

VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE az MSZ EN ISO 9712 szerint

NAH által akkreditálva és a 2014/68/EU direktíva alapján harmadik félként is.

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS DIN EN 1090,

DIN EN 15085 szerint a GSI/SLV-val kötött szerződés alapján

MHTE AKADÉMIA

OKTATÁSI TEVÉKENYSÉG, gyártásfelügyelői képzés (EWIP/IWIP)
EWF/IIW speciális és más ATB-knél nem oktatott témák oktatása

HEGESZTŐBÁZISOK TANÚSÍTÁSA

(nemzeti és nemzetközi képzésekre)

OKTATÁSI SZOFTVEREK

„HEGESZTÉSTECHNIKA” folyóirat (cikkek, hirdetések)

HEGESZTÉSI FELELŐSÖK ÉVES ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁSA,
KONFERENCIÁK, SZEMINÁRIUMOK SZERVEZÉSE

MŰSZAKI SZAKTANÁCSADÁS



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés



ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtse értéket

Szolgáltatások hegesztőüzemek számára

Akkreditált, notifikált státuszban,
illetve nemzeti kijelölés alapján
kiadott tanúsítványok



Milyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

■ Személytanúsítás

Hegesztők, forrasztók, gépkezelők,
műanyaghegesztők minősítése, vizsgáztatása,
tanúsítása, jóváhagyása, tanúsítványok
meghosszabbítása

Választható érvényességi idő

- EN ISO 9606-1/2/3/4/5
- EN ISO 14732
- EN ISO 13585
- EN 13067
- EN ISO 17660-1
- AD 2000 HP3
- 2014/68/EU - PED-2014 / 44/2016 (XI.28) NGM
rendelet

■ Hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése, jóváhagyása

- MSZ EN ISO 15614-1:2017

■ Hegesztőbázisok, képzőhelyek tanúsítása

■ Hegesztőüzemi tanúsítások

- EN ISO 3834-2/3/4
- 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet **ÚJ!**
- 1/2016 (I.5.) NGM rendelet

- CPR/EN 1090-1 – C € jel
- EN 1090-2, EN 1090-3
- EN 1090-4, EN 1090-5 **ÚJ!**
- 2014/68/EU (PED-2014)
- EN 15085-2
- MSZ ISO/TS 22163 (IRIS) **ÚJ!**

További szolgáltatások hegesztőüzemek számára:

- 2014/68/EU/ 44/2016 (XI.28) NGM rendelet szerinti
megfelelőség tanúsítás - C € jel
- TPED/ADR/RID
- MIR (ISO 9001:2015), KIR (ISO 14001:2015)
- EMAS-2017
- Energiagazdálkodási Irányítási Rendszer,
EIR (ISO 50001:2011)
- MEBIR/OHSAS és SCC
- Információbiztonsági Irányítási Rendszer,
IBIR (ISO 27001)
- Szakvélemény készítés, szakértői közreműködés,
állásfoglalások készítése
- Komplex műszaki felügyeleti tevékenység
- Állapotfelmérés, káresemények kivizsgálása

Beszámoló a C-VIII-as bizottság munkájáról a 2019. évi 72. IIW közgyűlésen

A C-VIII-as bizottság (Egészség, Biztonság és Környezet), üléseit az új vezető, Geoffry Melton (Egyesült Királyság) vezette. A megbeszélések első napján a Bizottság elfogadta a folyó év február 20-21-én Cambridge-ben lezajlott időközi bizottsági ülésről készített jelentést. A jelentést megküldték a Bizottság tagjainak, részéről a megszerzése folyamatban van. Következő napirendi pontként Wolfgang Zschiesche beszámolt a kiadás alatt lévő "Hazardous Substances in Welding and Allied Processes" könyv jelenlegi állapotáról. A kiadványt elvileg a Springer kiadó gondolja, (a Bizottság „IIW Doc VIII-2188R11-17” dokumentuma szolgált a könyv alapjául), de a beszámoló szerint bizonyos, tisztázás alatt lévő jogi kérdések miatt a kiadás még nem történt meg, és nem tudni, hogy mikorra várható a jövőben.

Bemutatásra került Dr. Martin Christ és munkatársai által készített „Model for process parameter-based reduction of fume emissions in gas metal arc welding” c. kutatás, mely a MIG/MAG hegesztési eljárás közben felszabaduló füstkibocsátás mértékét a hegesztés elektromos paramétereire tekintettel vizsgálta és melynek során matematikai modellt dolgoztak ki az összefüggések vizsgálatára. Kérdésre megtudhattuk, hogy jelen pillanatban kizárólag az elektromos paraméterekre koncentráltak, később esetlegesen bekelezhet a modellbe egyéb paraméter is, mint pl. a védőgáz térfogatárama, vagy a hegesztési sebesség is. Szintén érdeklődésre elmondták a kollégák, hogy esetlegesen a modell később adaptálható lesz egyéb hegesztési technológiához (pl. MMA, TIG) is.

Egy hosszabb beszámolót hallottunk a hegesztés közbeni áramütéses balesetekről David Hisey tolmácsolásában. Ebből kiderült, hogy a legtöbb hegesztőt ért halálos áramütés esőben, vagy nedves-vizes, magas páratartalmú helyen történő munkavégzés közben történt, leggyakrabban MMA hegesztés esetén pálcacsere közben. A bőr ellenállása ezekben az esetekben lecsökkent és megközelítette a test belső ellenállását, a 300 Ohm-ot. A halálos esetekben az áramkör általában a hegesztő egyik karja és a felsőtestet vagy fejet érintő elektródavég között zárult. Az áramütéses balesetek megakadályozása érdekében számos helyen nem engedélyeznek/használnak olyan áramforrást, melynek 12V-nál magasabb az üresjáratú feszültsége, illetve külön áramtalanító kapcsolót iktattak a hegesztési áramkörbe, ezáltal a pálcacsere közben az elektródafogó nincs feszültség alatt. A „figyelő személy” alkalmazását a vizsgálat megkérdőjelezi, mivel több halálos baleset alkalmazásával már csak a baleset bekövetkezését és a halál valószínűségét tudták megállapítani, effektív segítséget a hegesztőnek nem tudtak nyújtani.

A „Nemzeti Beszámoló”-ból megtudhattuk, hogy Németországban küzdenek az újonnan bevezetett Mn és Cr6 levegő-koncentrációs limitek-

kel, (Mn esetében 20 µg/m³, Cr6 esetén 1 µg/m³). TIG és MMA hegesztés esetén az Mn limit még tartható (megfelelő szellőztetést és helyi elszívást alkalmazva), de MIG/MAG eljárásnál nem tudják tartani. A Német Hegesztési Egyesület indítványozta, hogy a limitet egy átmeneti ideig (1-2-5 évig) emeljék 100 µg/m³-re Mn esetében. A magyar beszámoló (külön mellékelve ehhez a dokumentumhoz) után felmerült, hogy az Ausztráliában kötelező általános munkavédelmi képzés/vizsga (White Card) kivételével egy országban sincs olyan egységes hegesztési munkavédelmi oktatás és vizsga, melyet hazánkban a HMV Bizottság kezdeményezésére igyekeznünk megvalósítani.

Az ülés zárásaként került sor a "Toxicokinetic investigation of inorganic emission released by arc light in animal model – a pilot study" c., saját előadás megtartására. Az összedetett időcsúszások miatt a kérdéseket a küldöttek csak másnap tudták feltenni.

A második napi ülést Wolfgang Zschiesche beszámolója nyitotta, melyet Geoffry Melton prezentációja követett. Mindketten a Cr6 illetve Mn emisszióval kapcsolatos kutatásokat mutatták be. Itt ismét szóba került az új OEL érték (Mn 20 µg/m³), mivel a vizsgálatok szerint a MAG technológia esetén gyakran még a régi német előírás a 200 µg/m³ sem mindig tartható... A vizsgálatok szerint a pisztolyba épített elszívás mutatkozik a legkisebbnek a levegőbe kerülő Mn emisszió csökkentésére, de ez ergonómiai problémákat vet fel, illetve megzavarhatja a védőgáz áramlást is. A javasolt pisztoly-elszívási paraméterek: 60m³/h térfogatáram, 0,35m/s légsebességgel (20 cm-re a pisztoly végétől mérve). A Cr6 esetében a vizsgálatok szerint 208-as rozsdamentes alapanyag hegesztésekor az MMA technológia esetén a kibocsátott Cr tartalom szinte 100%-a Cr6, portöltetes huzallal végzett hegesztés esetén 50%, MIG (tömör huzal) esetén kis rész, míg TIG esetén kevesebb, mint 0,05mg/m³ a Cr6 kibocsátás (mintavétel ISO 15011 szerint). Érdekes módon, a légzési zónában mérve (hegesztőmaszkra kívülről ráépített mintavévevel) a Cr6 tartalom konzekvensen egy nagyságrenddel kisebbnek adódott, mint a hegesztés helyéről vett teljes füstmintában. Ennek magyarázata eddig nem ismert.

Megállapodás született arról, hogy a korábbi IIW honlapon elérhető, de az új honlappal eltűnt IIW Best Practice dokumentumok egyelőre az EWA (European Welding Association) honlapján lesznek majd ideiglenesen elérhetőek.

Tájékoztatót kaptunk arról, hogy a 2009/125/EC direktíva (Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products) alapján a hegesztőgépekre, és most kiterjesztve a hozaganyagokra, a védőgázokra, bele-

értve a javítást és karbantartást illetve a kritikus alapanyag-tartalmat is, energia-takarékossági beosztás készül. Ez jelen pillanatban csak az ipari gépekre érvényes. Emellett 2021-től új tervezési- és gyártási követelmények fognak életbe lépni, melyek majd 2023-tól lesznek kötelezőek. Ezek alapján, a hegesztő áramforrásokat és -gépeket úgy kell tervezni és építeni, hogy minden részük hozzáférhető legyen karbantartás-, tisztítás- és javítás céljára, ezáltal növelve az élettartamukat és csökkentve a hulladék mennyiségét. Emellett a MIG/MAG gépeknek g/perc egységben is ki kell jelezniük a huzalfogyasztást. Ezen előírások alól jelen pillanatban a fedettívű-, csaphegesztő-, ellenál-láshesztő berendezések, illetve a hobby célú hegesztőgépek kivonásra kerültek.

Az utolsó tanácskozási napon a fő vitapont az volt, hogy a C-VIII Bizottság miképpen reagáljon az International Agency For Research On Cancer (IARC, Nemzetközi rákkutató ügynökség) 118-as számú monográfiájára, melyben a hegesztési füst- és gázkibocsátást illetve a hegesztés általi UV kibocsátást az IARC Group 1, azaz „bizonyítottan rákkeltő”-nek minősítette (az eddigi besorolás Group 2, azaz „valószínűleg rákkeltő” volt), és kiemeli a Ni és a Cr6 jelentőségét. Ennek keretében megfogalmazódott az igény a Bizottság által 2003-ban kiadott „Statement on the possible causes of this excess risk and made recommendations for preventive actions to assist in reducing the risk” illetve az ezen alapuló további dokumentumok felülvizsgálatára. Több javaslat is elhangzott, de végül az a konszenzus született, hogy a Bizottság tudomásul veszi az IARC dokumentumot, és munkacsoportot állít fel annak érdekében, hogy mindenre kiterjedően megvizsgálva a kérdést készítsen új állásfoglalást. Ezzel kapcsolatban ismertetésre került egy tanulmány, „Welding fumes and lung cancer: a meta-analysis of case-control and cohort studies” címmel (Honaryar MK, Lunn RM, Luce D, et al Welding fumes and lung cancer: a meta-analysis of case-control and cohort studies Occupational and Environmental Medicine 2019;76:422-431.). Ebben a vizsgálatban a tüdődaganatok rizikófaktorait vizsgálták különböző csoportokban. Az eredmények szerint a szerkezeti acélt hegesztők és a rozsdamentes alapanyagot hegesztők között a betegség gyakorisága nagyjából megegyezik, de bizonyos esetekben a rozsdamentessel dolgozók veszélyeztetettebbek. A kockázat a tumor kialakulására a munkában eltöltött idő növekedésével nő, de nem feltétlenül lineárisan. A kutatás szerint a kockázatok közül az emisszióban lévő részecskék pusztán jelenléte a legfontosabb, azok kémiai összetétele kevésbé befolyásolja a kockázat alakulását.

Dr. Kövágó Csaba, tudományos munkatárs, a C-VIII-as bizottság magyar küldötte Gyógyszertani és Méregtani Tanszék Állatorvostudományi Egyetem

Hegesztők, európai szintű, munkaalapú oktatása



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Co-funded by the Erasmus+Programme of the European Union

Ez az Európai Unió által társfinanszírozott Erasmus+Program.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Ezt a pályázatot az Európai Bizottság pénzügyileg támogatja.

Ez a kiadvány csakis a szerző véleményét tükrözi és az Európai Bizottság nem tehető felelőssé a tartalom bármely célú használatáért."

A WOW projekt célja, elméleti, szakmai (gyakorlati) és üzemi körülmények között végzett képzéshez szükséges rendszert fejlesszen ki.

A munkaalapú képzés egyfelől biztosítja a piacról és ezen keresztül az iparvállalatoktól érkező szakmai kihívások kezeléséhez kompetens szakembereket.

A képzésnek három főszereplője van: a befogadó vállalat, az ipari tanuló és a tanulás kezei: a képzési rendszer, valamint a képzé-

seket szervező szakmailag koordináló és ellenőrző un. ATB. Ez a képzés biztosítja a fiatalok nemzetközileg is versenyképes szakmai képzését, ami a WBL – work based learning projekt keretén belül történik.

A projekt kidolgozása az elfogadott munkaterv szerint halad – a Skype- konferenciák havonta vannak és ritkábban személyes találkozások segítik a feladatok megfelelő szakmai és időrendi megoldását.

A feladatokat a határidők megadásával rendszeresen frissített dokumentum tartalmazza.

Külön feladat az együttműködési stratégiák kísérleti kipróbálása – a kísérleti, próba tevékenységhez több változat kipróbálását előkészíteni – és a pilot- jellegű tevékenység végrehajtásához felkészülés.

Az MHTÉ a **HEGESZTÉSTECHNIKA** c. szakmai foyóiratában és ennek minden számában közöl beszámolót a WOW projekt aktuális állapotáról, pl. szórólapok, leprellők, a témába vágó nemzeti események, stb. közre adásával is, és napi feladat az alapvető dokumentumok magyar nyelvre történő fordítása.

Így van ez ebben az esetben is, mert a **HEGESZTÉSTECHNIKA** folyóirat 2019. évi.3. számában szinte teljes WBL rendszer megismerhető, tanulmányozható praktikus kérdés-felelet formájában az erre vonatkozó cikk megnevezése:

„EWF- rendszerű duális hegesztő képzésre vonatkozó leggyakoribb információ kérdés-felelet formában.”

A projekt kidolgozása az elfogadott terv szerinti, és megfelel az Európai Szakképzési Kreditrendszer (European Creditsystem for Vocational Education & Training – ECVET) gyakorlati alapú oktatási/képzési követelményeinek.

Dr. Gremesberger Géza PhD

Folytatódik a Nemzetközi Hegesztőspecialisták képzése

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyag- és Gyártástudományi Intézetének Anyagtechnológiai Intézeti Tanszéke 7 saját oktatójával és 6 külső szakember (meghívott előadó), valamint a Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. (mint gyakorlati oktatóhely) bevonásával 2019. február 22. és június 15. között (pénteki és szombati napokon) tartotta IWS (International Welding Specialist, azaz Nemzetközi Hegesztőspecialista) tanfolyamát. Az IIW által jóváhagyott IAB-252r3-16 dokumentum tematikája szerint szervezett tanfolyam 189 elméleti + 60 gyakorlati tanórából állt. Az elméleti tanórák, valamint a vizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződnek, melyek a következők:

1. Hegesztési eljárások és berendezések;
2. Anyagok és viselkedésük a hegesztés során;
3. Méretezés és tervezés;
4. Gyártás, mérnöki (ipari) alkalmazások.

A képzés első része után – az első 3 modul addig áttekintett témaköréből, modulonként 10 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsgát tettek a résztvevők.

A képzést lezáró vizsga szakaszai az alábbiak voltak:

- a 2019. június 26-án lebonyolított – 4 modulból és modulonként 30 kérdésből álló – EWF on-line elektronikus tesztvizsga;



- a 2019. június 27-én lezajlott – 4 modulból és modulonként 30 kérdésből álló – írásbeli tesztvizsga;
- a 2019. június 28-án teljesített – 4 modulból és modulonként 2 húzott tétel ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákra és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 13 fő (Cseh Tibor, Do-

monkos Róbert, Frast Szilveszter, Fülöp Roland, Ignácz Mátyás, Kalányos Ferenc, Keresztes Péter, Marczell László, Peszeki Patrik, Szilágyi Ákos, Szimics András Bence, Szőke Attila Péter, Takács Tamás) szerzett IWS illetve EWS oklevelet.

A fenti fotón az újdonsült Nemzetközi Hegesztőspecialisták mellett a vizgabizottság tagjai is láthatók.

Újabb Nemzetközi Hegesztőtechnológus képzés zárult

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyag- és Gyártástudományi Intézetének Anyagtechnológiai Intézeti Tanszéke 7 saját oktatójával és 6 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával 2019. január 31. és június 21. között (csütörtöki és pénteki napokon) tartotta IWT (International Welding Technologist, azaz Nemzetközi Hegesztőtechnológus) tanfolyamát. Az IIW által jóváhagyott IAB-252r3-16 dokumentum tematikája szerint szervezett tanfolyam 309 elméleti + 60 gyakorlati tanórából állt. Az elméleti tanórák, valamint a vizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződnek, melyek a következők: 1. Hegesztési eljárások és berendezések; 2. Anyagok és viselkedésük a hegesztés során; 3. Méretezés és tervezés; 4. Gyártás, mérnöki (ipari) alkalmazások.

A képzés 1. része után – az első 3 modul addig áttekintett témaköreiből 25 + 25 + 10 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsgát tettek a résztvevők.

A képzést lezáró vizsga szakaszai az alábbiak voltak:

- a 2019. július 03-án lebonyolított – 4 modulból és modulonként 20 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsga;
- a 2019. július 04-én lezajlott – 4 modulból és modulonként 70 kérdésből álló – írásbeli tesztvizsga;
- a 2019. július 05-én teljesített – 4 modulból és modulonként 2 húzott tétel ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.



A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 23 fő (Bakos Bálint, Balog Viktor, Barnóczki Csaba, Beutl Tamás Attila, Buzás Norbert, Drávicz Zsolt, Ferentzi Márk, Gacsai István, Hegedüs Gyula, Herczeg Gábor, Juhász Dávid, Juszti György, Kadvány Szabolcs, Kutai Nimród Dávid, Lakatos Balázs, Lipták László, Mózes Gábor Márton,

Nagyfejeő János, Nyitrai Szabolcs, Papp Csaba, Petrovszki János, Somoskői Balázs, Stverteczky András, Szabó József, Uhrinyi Balázs, Valler Péter, Vékony Ádám) szerzett IWT illetve EWT oklevelet.

A fenti fotón az újdonsült Nemzetközi Hegesztőtechnológusok mellett a vizsgabizottság tagjai is láthatók.

FELHÍVÁS

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés az Európai Hegesztési Szövetség és a Nemzetközi Hegesztési Intézet által közösen üzemeltetett EWF/IIW-IAB szervezet Nemzeti Meghatalmazott Testületeként hegesztési tevékenységet végző vállalatok tanúsítását végzi az

MSZ EN ISO 3834

szabvány alábbi fejezetei szerint:



- 2. rész: Teljes körű minőségirányítási követelmények,
- 3. rész: Általános minőségirányítási követelmények.



A sikeres üzemalkalmassági auditot követően az MHTe nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére. Az MHTe a NAH-6-0060/2015 nyilvántartási számú akkreditált státusza alapján MSZ EN ISO 3834-2,-3 szabvány fejezetei alapján is le tudja folytatni a tanúsítási folyamatot és ki tudja adni a tanúsítványt.

Tanúsításra jelentkezés és bővebb információ érdekében az alábbi elérhetőségeken várjuk érdeklődését:

e-mail: benedekj@mhte.hu; telefon: 06 70 400 2767

Szemelvények a Nemzetközi Hegesztési Intézet 72. Közgyűléséről és a Nemzetközi Konferenciáról

2019. július 7-12. között Pozsonyban került lebonyolításra a 72nd IIW Annual Assembly and International Conference 2019, mely magába foglalta az International Institute of Welding (IIW) éves közgyűlését, bizottsági üléseit és nemzetközi konferenciáját. A rendezvény-sorozat házigazdája a Welding Research Institute és Slovak Welding Society volt.

A Magyar Hegesztési egyesület elnöksége pályázatot írt ki a részvétel elősegítése érdekében, melynek eredményeképpen 4 fő utazását támogatta. A támogatottakkal együtt népes delegáció képviselte hazánkat, így Dr. Gáti József, Dr. Jármai Károly, Dr. Lukács János, Bakos Levente, Dr. Dobránszky János, Dr. Ladányi Péter, Dr. Komócsin Mihály, Dr. Gáspár Marcell, Borhy István, Dr. Dobosy Ádám, Dr. Kovács Tünde, Dr. Fábián Enikő Réka, Dr. Kővágó Csaba, Pogonyi Tibor, Varbai Balázs, Erdős Antal személyében.

Az első nap került sor a General Assembly ülésre, ahol Magyarországot Dr. Gáti József, a

MAHEG elnöke, Dr. Jármai Károly professzor, és Borhy István MAHEG elnökség tagja, delegátusok képviselték. A Közgyűlés a nemzeti delegátusok részvételével számos napirendet megtárgyalva hatékony és eredményes munkát végzett.

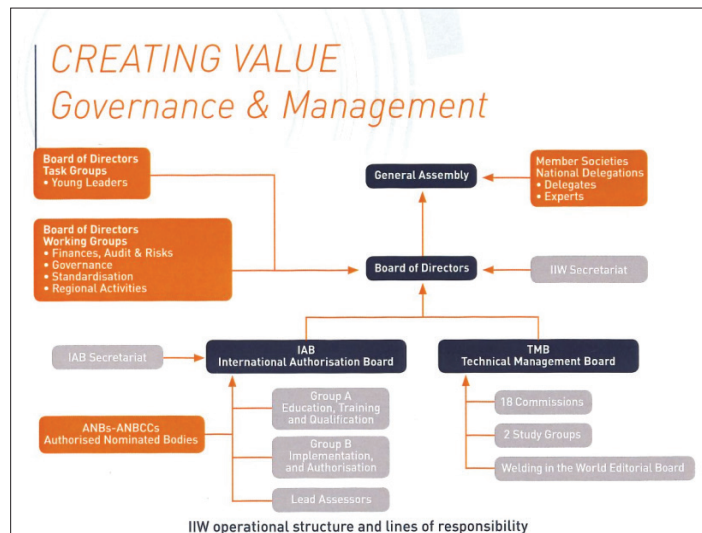
Az IIW közgyűlésen Douglas R. Luciani elnöki köszöntőjét és megnyitóját követően a résztvevők elfogadták a titkárság beszámolóját az elmúlt évről, a kincstárnok 2018. évi jelentését a gazdálkodásról (GA-0395-19), a könyvvizsgáló által ellenőrzött mérlegkivonatát, valamint az IAB bevételeit (GA-0396-19). Elfogadásra került a 2019 évi költségvetés (GA-0399-19), és annak részeként a tagsági díjak (GA-0398-19), mely hazánk esetében kismértékű növekedést jelent.

A jövő évi 73. IIW Közgyűlés és a Nemzetközi Konferencia Szingapúrban, Marina Bay Sands lesz, 2020. július 19-24 között (<https://www.iiw2020.com/>), míg 74. IIW közgyűlésre az olaszországi Genova-ban 2021. június

20-25. (<https://www.iiw2021.com/>) között kerül sor. A következő időszak IIW nemzetközi kongresszusa és az IIW társ rendezvényeket az alábbi ábra szemlélteti.

A személyi változások között került napirendre, hogy Dr. Cécile Mayer (F) CEO megbízása 2019. december 31-én megszűnik, Dr. Luca Costa (IT) csatlakozva a Board of Directors-hoz, 2020. január 1-vel átveszi Cécile Mayer feladatait, megbízatása 2024. december 31-ig szól. Ezzel egy időben az IIW titkárság átköltözik Franciaországból Olaszországba, az ehhez kapcsolódó jogi szabályozások átvezetésével.

Az IIW WG-RA keretében Bakos Levente, a MAHEG alelnöke beszámolt a budapesti 5th Yung Welding Professionals International Conference programjáról, mely két sikeres magyar rendezés, majd egy német és egy francia helyszín után, immáron ötödször kerül megrendezésre a MAHEG szervezésében, az IIW támogatásával.



International Institute of Welding irányító szervezetei

Algeria	Israel	Russian Federation
Australia	Italy	Serbia
Austria	Japan	Singapore
Belgium	Libya	Slovak Republic
Bulgaria	Lithuania	Slovenia
Cameroon	Malaysia	South Africa
Canada	Mexico	Spain
Croatia	Morocco	Sweden
Cyprus	New Zealand	Switzerland
Czech Republic	Nigeria	Thailand
Denmark	Norway	Netherlands
Finland	Pakistan	Tunisia
France	People's Republic of China	Turkey
Germany	Peru	Ukraine
Greece	Poland	United Kingdom
Hungary	Portugal	United States of America
India	Republic of Kazakhstan	Vietnam
Indonesia	Republic of Korea	
Iran	Romania	

Az International Institute of Welding szervezetben képviselt nemzetek



Magyar delegátusok a közgyűlésen (kép: IMG 20180707_151132)

Event	Dates	Location
5th IIW International Congress in India	7-9 February 2020	Mumbai, India

Event	Dates	Location
12th International Symposium on Tubular Structures (ISTTS)	9-13 December 2019	SINGAPORE
FSWP 2019 6th International Conference on Scientific and Technical Advances on Friction Stir Welding & Processing	11-13 September 2019	Louvain la Neuve, Belgium
9th International Electron Beam Welding Conference (EBW)	12-13 November 2019	Chicago, Illinois, USA
JoinTrans 2020	12-13 May 2020	Warsaw, Poland
3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering, VAE2020	2-4 September 2020	Miskolc, Hungary
6th Young Professional International Conference & 20th ISW WRTS (YPIC 2020)	19-22 May 2020	Kyiv, Ukraine
4th International Congress on Welding & Joining Technologies	27-29 May 2020	Seville, Spain

A következő időszak IIW nemzetközi kongresszusa és a társ rendezvényei (kép: IMG 20180707_152020)

A 2020. szeptember 2-4. között megrendezésre kerülő 3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering tanácskozásról Prof. Dr. Jármai Károly tartott prezentációt, és mutatta be a 2018-as konferencia előadásait tartalmazó Springer kiadványt.

A Miskolci Egyetem szervezésében 2020-ban megrendezendő 3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering rendezvény bemutatása

A világ 55 országát tömörítő IIW Közgyűlés a Bizottságokban folytatta szakmai programját. A mintegy 800 delegátus három szállodai helyszín konferencia termeiben, párhuzamos szekciókban folytatta tevékenységét naponta 8:15-18:15 között, július 11-éig.

A magyar delegátusok az alábbi szakmai dokumentumokat nyújtották be az IIW Bizottságokba

- IIW Doc. XV-1582-19, XV-F-106-19
Antal Erdős, Károly Jármai: Optimum Design of a Welded Pressure Vessels Using Different Heat Resistant Steels;
- IIW Doc. XV-1583-19, XV-F-107-19
Károly Jármai, János Száva: Application of a Virtual Solid Flame Concept for Fire Resistance Calculation of Rolled and Welded Steel Cross-sections at Local Fire;
- IIW Doc. XV-1584-19, XV-F-108-19
Károly Jármai: Annual Report of IIW Subcommittee XV-F;
- IIW Doc. X-1958-19
Zsuzsanna Koncsik, Gyula Nagy, János Lukács: COD assessment of S960M grade steel at different temperatures;
- IIW Doc. X-1959-19
János Lukács, Zsuzsanna Koncsik: Determination of plane-strain fracture toughness using CRB specimens and their applicability for structural integrity calculations;

- IIW Doc. III-1929-19
Marcell Gáspár, Ádám Dobosy, Miklós Tisza, Imre Török, Yangchun Dong, Kailun Zheng: Improving the properties of AA7075 resistance spot welded joints by chemical oxide removal and post weld-heat treating;
- IIW Doc. IV-1443-19
Raghavendra Sisodia, Marcell Gáspár, László Draskóczy: Effect of post-weld heat treatment on microstructure and mechanical properties of DP800 and DP1200 high strength steel butt welded joints using diode laser beam welding;
- XIII-2819-19
Anatoly A. Dubov, Peter Ladányi: Energy-Concept of Technical Equipment's Stressed-strain State Control;
- IIW Doc. III
Béla Palotás, Tibor Pogonyi: Toughness Test of Resistance Spot Welded Joints of zinc coated cold-formed steel.

A Közgyűlés poszter szekciójában bemutatásra kerül a Réka E. Fábián, József Gáti, János Kuti szerzők Corrosion Resistance of Welding Joints of Stainless Steels című előadása.

A magyar delegáció tagjai bekapcsolódtak azon IIW Bizottságok munkájába, melyekben a MAHEG Nemzeti Bizottság felhatalmazása alapján delegátusként szakmai tevékenységet fejtenek ki. A továbbiakban az alábbiakban közöljük rövid összefoglalóikat.

C-II Arc Welding and Filler Metals Bizottság

A C-II-C Albizottság fő témája a varratfém ferrittartalmának méréséről szóló 1992-es IIW dokumentum (A guidance on specifications of ferrite in stainless steel weld metal,

J. Lefebvre, DOC IIS/IIW-1166-92) felülvizsgálata. A revideálás célja az ajánlások ISO/TR jelentésbe történő átültetése, melynek javasolt felépítését mutatta be Kotecki professzor (II-C-578-19).

C-VI Terminology Bizottság

A Terminológia Bizottsága három nap hat ülészakán összesen 16 bizottsági tag vett részt a munkában (USA, Franciaország, Egyesült Királyság, Németország, Japán, Svédország, Csehország, Ukrajna, Finnország), napirendjén a következő szakmai témák szerepeltek

- Welding and allied processes terminology documents (VI-1259-2019).
- Discussion paper on terms and definitions in the ISO/TR 25901 Parts (VI-1234-2018 and VI-1263-2019).
- ISO On-line Browsing Platform (OBP) problems and suggested solutions (VI-1235-2018).
- ISO/TR 25901 Part 1: General terms (VI-1156-2015, VI-1250-2018, VI-1264-2019 és VI-1265-2019) – Reference documents: VI-1115-2014 and VI-1116-2014. Már több új dokumentum található az ISO/TR 25901 ezen részének felülvizsgálatára, és a szisztematikus felülvizsgálat 2021-re van tervezve.
- ISO/TR 25901 Part 2: Health and safety (VI-1226-2018).
- ISO/TR 25901 Part 3: Metal welding processes (revision of ISO 857-1), (VI-1210-2017) – Reference documents: VI-1115-2014 and VI-1116-2014. Az ISO/TR 25901 ezen részének felülvizsgálatára vonatkozó új dokumentumok nem állnak rendelkezésre, és a teljes felülvizsgálat csak 2021-re várható.
- ISO/TR 25901 Part 4: Arc welding (VI-1118-2014, VI-1119-2014, VI-1135-2015, VI-1198-

Commission	Title
I	Thermal Cutting and Allied Processes
II	Arc Welding and Filler Metals
III	Resistance welding, Solid State Welding and Allied Joining Processes
IV	Power Beam Processes
V	Quality Control and Quality Assurance of Welded Products
VI	Terminology
VII	Microjoining and Nanojoining
VIII	Health, Safety and Environment
IX	Behaviour of Metals Subjected to Welding
X	Structural Performances of Welded Joints - Fracture Avoidance
XI	Pressure Vessels, Boilers and Pipelines
XII	Arc Welding Processes and Production Systems
XIII	Fatigue Behaviour of Welded Components and Structures
XIV	Education and Training
XV	Design, Analysis and Fabrication of Welded Structures
XVI	Polymer Joining and Adhesive Technology
XVII	Brazing, Soldering and Diffusion Bonding
XVIII	Quality Management in Welding and Allied Processes
Study Group	Title
SG-212	The Physics of Welding
SG-RES	Welding Research Strategy and Collaboration
Select Committee	Title
SC-AIR*	Permanent Joints in New Materials and Coatings for Aircraft Engineering
SC-AUTO*	Automotive and Road Transport
SC-ENV*	Environment
SC-MICRO*	Microjoining and Nanojoining
SC-QUAL*	Quality Management in Welding and Allied Processes
SC-SHIP*	Shipbuilding
SC-UW*	Underwater Welding

Az IIW Bizottságok



Beszámoló az 5thYPIC programjáról (Kép: IMG 20180708_132011)

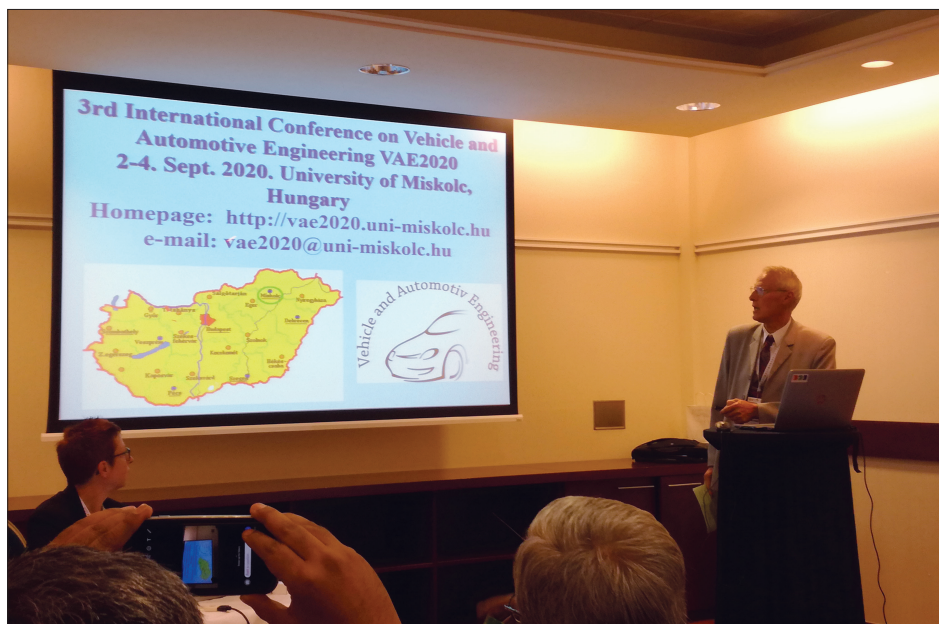
2016, VI-1221-2016, VI-1266-2019) – Reference documents: VI-1115-2014 and VI-1116-2014. Jelenleg hat dokumentum kapcsolódik az ISO/TR 25901 ezen részének felülvizsgálatához. A szisztematikus felülvizsgálat 2022-ig nem ütemezhető, de ideje eldönteni, hogy ki fogja összeállítani a hat dokumentumot tartalmazó tömör javaslatot. Nem volt elegendő idő a részletek megvitatására ezen az ülésen, az elnök egy cselekvési terv jóváhagyását kezdeményezte.

- Resistance welding terms and definitions (VI-1201-2016 and VI-1251-2018). Az ISO TC 44 SC 6 jelezte, hogy érdeklődik az ISO/TR 25901 egy részének kitöltésére ezen a területen. Az elnök kért egy határozatot a WG-STAND számára, hogy megkérje a WG-STAND-t, hogy az a feladattal az IIV C-VI-ot bízta meg.
- Laser welding terms and definitions (VI-1158-2015, VI-1159-2015, VI-1222-2017, VI-1224-2017, VI-1252-2018, VI-1267-2019 és VI-1268-2019). A C-VI elnöke e dokumentumot jelölte meg a legfontosabbnak az éves közgyűlésen való megbeszéléshez. A VI-1267-2019 tartalmazza a közgyűlés végéig elfogadott összes módosítást 2019 januárjában. Az első változás az ISO 11145-2018 szabvány felülvizsgálatának jóváhagyása eredményeként új kifejezések és fogalom-meghatározások felvételét foglalja magában, amely jelentős változásokat hozott a 2016-os kiadásban. A második változás magában foglalja az AWS C7.2M: 2010 egyes kifejezéseinek és definícióinak felvételét.
- Plastics welding terms and definitions (VI-939-2009, VI-1096-2014, VI-1178-2016, VI-1242-2018, VI-1253-2018 és VI-1270-2019). Az elnök szerint ez volt a második legfontosabb dokumentum. A VI-1270-2019 tartalmazza a 2019 januárjában elfogadott összes módosítást.
- A napirend tervezetben szereplő dokumentumok közül már az ülés kezdetén törölt a bizottság, és a januári ülésre halasztott:
 - Friction Stir and spot welding terms and definitions.
 - Electron beam welding terms and definitions.
 - Thermal cutting terms and definitions.

C-VIII Health, Safety and Environment Bizottság

Az Egészség, Biztonság és Környezet Bizottság, üléseit az új vezető, Geoffry Melton (Egyesült Királyság) vezette. A megbeszélések első napján a Bizottság elfogadta a folyó év február 20-21-én Cambridge-ben lezajlott időközi bizottsági ülésről készített jelentést. Következő napirendi pontként Wolfgang Zschiesche beszámolt a kiadás alatt lévő "Hazardous Substances in Welding and Allied Processes" könyv jelenlegi állapotáról.

Bemutatásra került Dr. Martin Christ és munkatársai által készített „Model for process



parameter-based reduction of fume emissions in gas metal arc welding” című kutatás, mely a MÍG/MAG hegesztési eljárás közben felszabaduló füst kibocsátás mértékét a hegesztés elektromos paramétereire tekintettel vizsgálta és melynek során matematikai modellt dolgoztak ki az összefüggések vizsgálatára.

Egy beszámoló hangzott el a hegesztés közbeni áramütéses balesetekről David Hisey tolmácsolásában, melyből kiderült, hogy a legtöbb hegesztőt ért halálos áramütés esőben, vagy nedves-vizes, magas páratartalmú helyen történő munkavégzés közben történt, leggyakrabban elektródacsere közben.

A német nemzeti beszámoló jelezte, hogy az újonnan bevezetett Mn és Cr6 levegő-koncentrációs limitekkel gond van (Mn esetében $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cr6 esetén $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). TIG és MMA hegesztés esetén az Mn limit még talán tartható, de MIG/MAG eljárásnál nem tudják tartani. A Német Hegesztési Egyesület indítványozta, hogy a limitet egy átmeneti ideig (1-2-5 évig) emeljék $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re Mn esetében. A magyar beszámoló után felmerült, hogy az Ausztráliában kötelező általános munkavédelmi képzés/vizsga (White Card) kivételével egy országban sincs olyan egységes hegesztési munkavédelmi oktatás és vizsga, melyet hazánkban a MAHEG HMV Bizottság kezdeményezett.

Az ülés zárásaként került sor a "Toxicokinetic investigation of inorganic emission released by arc light in animal model – a pilot study" című előadását mutatta be Dr. Kóvágyó Csaba. Az összedetett időcsúszások miatt a kérdéseket a küldöttek csak másnap tudták feltenni.

A második napi ülést Wolfgang Zschiesche beszámolója nyitotta, melyet Geoffry Melton prezentációja követett. Mindketten a Cr6, illetve Mn emisszióval kapcsolatos kutatásokat mutatták be. Itt ismét szóba került az új OEL érték

(Mn $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mivel a vizsgálatok szerint a MAG technológia esetén gyakran még a régi német előírás a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem mindig tartható.

Tájékoztatás hangzott el, hogy a Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of eco-design requirements for energy-related products alapján a hegesztőgépekre, és most kiterjesztve a hozaganyagokra, a védőgázokra, beleértve a javítást és karbantartást illetve a kritikus alapanyag-tartalmat is, energia-takarékossági beosztás készül.

Az utolsó tanácskozási napon a fő vitapont az volt, hogy a C-VIII Bizottság miképpen reagáljon az International Agency For Research On Cancer (IARC, Nemzetközi rákkutató ügynökség) 118-as számú monográfiájára, melyben a hegesztési füst- és gáz kibocsátást, illetve a hegesztés általi UV kibocsátást az IARC Group 1, azaz „(bizonyítottan) rákkeltő”-nek minősítette (az eddigi besorolás Group 2, azaz „valószínűleg rákkeltő” volt). Ennek keretében megfogalmazódott az igény a Bizottság által 2003-ban kiadott „Statement on the possible causes of this excess risk and made recommendations for preventive actions to assist in reducing the risk”, illetve az ezen alapuló további dokumentumok felülvizsgálatára.

C-IX Behaviour of Metals Subjected to Welding

A C-IX-H Albizottság összes beszámolója két téma, a duplex korrózióálló acélok hegeszthetősége, és a nikkel-ötvözetek melegepedése köré csoportosult. Törekvések vannak melegrepedési hajlam vizsgálatára vonatkozó 'Va-restraint' próba szabványosítására. A C-IX-H bizottság szakértői részt vesznek a C-II-C bizottság ferittartalom mérésére vonatkozó szabványosítás folyamataiban is.

C-XI Pressure Vessels, Boilers and Pipelines Bizottság

A Nyomástartó edények, kazánok és csővezetékek Bizottság vezetője Teresa Melfi (USA), mintegy 202 tagja van. Tapasztalatuk és szakértelmük megosztásával elemzik a hegesztési folyamatok nyomástartó berendezésekre gyakorolt hatását az egész életciklus során, beleértve az anyagokat, a feszültségeket, a hibákat, a megbízhatóságot és a költségeket.

A XI. Bizottság és annak albizottságai foglalkoznak a nyomástartó edények és csővezetékek minden olyan aspektusával, amelyet a hegesztés egész életciklusuk során befolyásolhat. A XI. Bizottság a hatóságok, a gyártók, a kutatók, a tulajdonosok, az anyagbeszállítók és a vállalkozók egyedi keverékét egyesíti. Ez a csoport gyakran együttműködik más IIW műszaki szakbizottságokkal, hogy munkájukat az alkatrészek, edények és csővezetékek tervezése, gyártása, élettartamra vonatkozó előrejelzése és meghibásodásának megelőzése érdekében alkalmazzák. Albizottságok: C-XI-A szívósság adatok korrelációja, C-XI-E Cső távvezetékek, C-XI-H A hegesztések viselkedése hidrogén esetén.

C-XIII Fatigue Behaviour of Welded Components and Structures

Hegesztett elemek és szerkezetek fáradása Bizottság elnöke Kenneth MacDonald. A hegesztett szerkezetekben fellépő fáradási hibák elkerülése érdekében a csoport ipari szempontból releváns tervezési ajánlásokat és tudományalapú iránymutatásokat dolgoz ki az új tudományos eredmények, a tervezési kihívások és az innovatív technológiák alkalmazásának szakértői elemzésével.

A XIII. Bizottság szakmai előadásai és megbeszélései az új tudományos eredményekre és az innovatív technológiák alkalmazására összpontosítanak, hogy elkerüljék a hegesztett szerkezetek fáradását. A munkacsoport jelenleg számos új, tudományos eredményeken alapuló iránymutatást dolgoz ki, amelyek alkalmazhatók a kihívást jelentő tervezési és élettartam meghosszabbítási esetekben. A XIII. Bizottsághoz tartozó szakértők egy erős hálózatot alakítottak ki, amely egyesíti a vezető globális vállalatok és a nagy nemzetközi egyetemek és kutatóintézetek érdekeit. Azok az iparágak, amelyek kötődnek a XIII. Bizottság tevékenységéhez, a hajóépítés, a légi és vasúti szállítás, a hidak és az infrastruktúra, a tengeri berendezések, az autóipar, a gépipar és a technológiai berendezések.

Albizottságok: C-XIII-WG1 Fáradásvizsgálat és adatok értékelése a tervezéshez, C-XIII-WG2 A hegesztett alkatrészek és szerkezetek fáradási szilárdságának javítására szolgáló technikák, C-XIII-WG3 Feszültség elemzés, C-XIII-WG4 Hegesztési hibák hatása a fáradásra, C-XIII-WG5 A hegesztett szerkezetek élettartamának növelése javítással, átalakítással/áttervezéssel és

szerkezet monitorozással, C-XIII-WG6 Maradó feszültségek hatása a fáradásra.

C-XV Design, Analysis and Fabrication of Welded Structures Bizottság

A Hegesztett szerkezetek tervezése, elemzése és gyártása bizottság elnöke Stefano Botta (Olaszország). A multidiszciplináris csoport a hegesztett szerkezetek tervezésének, gyártásának és integritásának minden szempontját vizsgálja, iránymutatásokat dolgoz ki és tesz közzé, és hozzájárul a harmonizált nemzeti és nemzetközi szabványokhoz.

A XV. Bizottság számos szakterületi képviselőből áll, akik a hegesztett szerkezetek tervezésével, elemzésével és gyártásával kapcsolatosak, beleértve az épületeket, hidakat, tengeri szerkezeteket és szerkezeteket, amelyeket szerkezeti acélból, rozsdamentes acélból és alumíniumból építettek. A Bizottság hat albizottságból áll: elemzés, tervezés, gyártás, síkszerkezetek (épületek és hidak), csőszerkezetek (mind szárazföldön, mind offshore), és gazdaságosság, mátrixot alkotva, amely megkönnyíti az egyes műszaki témák közötti cserét és alkalmazásukat hegesztett szerkezeteknél. Emellett erőfeszítéseket tesznek az információcseré és a hegesztett szerkezetekre vonatkozó nemzeti szabványok lehetséges harmonizációjának megkönnyítésére. A közelmúltbeli bizottsági tevékenységek a szeizmikus, az ütéses vagy robbanásveszélyes hegesztett szerkezetek tervezési irányelveire, a hegesztési tervezésre és a nagyszilárdságú szerkezeti acélok hegesztésére, a fejlett hegesztési eljárásokra épülnek a szerkezeti acél gyártásában.

További témák a gyártási minőségi követelmények, beleértve a hibákat is, hegesztési maradó feszültségek és vetemedés mérés, hegesztési szabványok, szerkezeti javítási irányelvek, optimalizálás és gazdaságossági tényezők a tervezés és a gyártás során. Albizottságok: C-XV-A analízis, C-XV-B tervezés, C-XV-C gyártás, C-XV-D síkbeli szerkezetek, C-XV-E cső-szerkezetek, C-XV-F gazdaságosság.

C-XVI Polymer Joining and Adhesive Technology Bizottság

A Polimer kötések és adhezív technológia bizottság elnöke, David Grewell (UK) vezetésével a résztvevők a megnyitót követően elfogadták a Doc. XVI-1006-19 dokumentumot, valamint a 73rd Annual Assembly első felhívását (Doc. XVI-1020-20). A Bizottság a három nap alatt 11 órát ülésezett, melynek során az alábbi dokumentumok tárgyalása került napirendre

- XVI-1001-19 "Study of Tube and Tank Specimens Repaired Using a Carbon Fiber Reinforced Epoxy" (Darko Frank, Alveus D. o. o, Croatia),
- XVI-1002-19 "Modelling and simulation of absorber-free laser welding of transparent-

polymers" (Phong Nguyen, Fraunhofer Institute, Germany),

- XVI-1003-19 "Prediction of the bond strength of thermoplastics welded by laser transmission welding" (Hopmann, Ch.; Boole S, Institut für Kunststoffverarbeitung, Germany),
- XVI-1010-19 "Influence of structure characteristics on the joint strength of plastic-metal-hybrid joints" (Kira van der Straeten, Fraunhofer Institute for Laser Technology, Germany),
- XVI-1012-10 "Process monitoring of laser-assisted metal-polymer joining using integrated fiber optical sensors" (Klaus Schrickler, Technische Universität Ilmenau, Germany)
- XVI-1004-19 "Effect of Insufficient Homogenization During the Extrusion of Polyethylene Pipes on Butt Fusion Joint Integrity" (Changyi Yu, The Welding Institute, UK),
- XVI-1005-19 "Vibration welding of components with angled areas in the direction of vibration" (Sascha Vogtschmidt, UNI-Paderborn, Germany),
- XVI-1006-19 "The influence of oxidising and inert gases on the weld seam quality in hot gas welding" (Max Bialaschik, Kunststofftechnik Paderborn, Germany),
- XVI-1007-19 "Modelling of Ultrasonics welding" (David Grewell, North Dakota State University, USA)
- XVI-1008-18 "Structural studies of the welded joints and hypothesis of the welding mechanism of plastics" (Maksym Iurzhenko, E. O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine, Ukraine),
- XVI-1009-19 "Vibration welding of natural polymers" (David Grewell from North Dakota State University, USA),
- XVI-10012-19 "Refill Friction Stir Spot Welding of Polyamide 6: Influence of process parameters on structure and mechanical properties" (S.T. Amancio-Filho, Graz University of Technology, Austria).

C-XVIII Quality Management of Welding munkacsoport

A C-XVIII hegesztés minőségmenedzsmentjével foglalkozó Bizottsága pozsonyi ülésén Bakos Levente kezdeményezésre létrehozott egy új munkacsoportot, melynek motivációját a májusban Budapesten megszervezett „Kockázatmenedzsment a hegesztésben” című MAHEG ankét adta. A C-XVIII új, TG-RM nevű munkacsoportjának feladata lett a kockázatmenedzsment hegesztés területén való alkalmazási lehetőségeinek tisztázása. A munkacsoport hosszú távú célja, hogy a hegesztéssel foglalkozó szakembereket támogató, iránymutató, globális tapasztalatokat összesítő dokumentumot tudjon létrehozni. A munkacsoportba német, ausztrál, új-zélandi, angol és amerikai nemzetiségű szakértők csatlakoztak, a munkacsoportot magyar szakember vezeti.

A Bizottság egy új előterjesztés keretében, a XVIII-281-19 dokumentumban tárgyalta a hegesztési felügyelet (welding inspection) feladatait. A hegesztési (első-, második- vagy harmadik-feles) felügyelet lehetséges feladatait táblázatos formában foglalja össze az alábbi témákban

- B.1: Welding inspection project management
- B.2: Subcontracting of welding inspection and NDT activities
- B.3: Inspection planning
- B.4: Supervision, training and evaluation of other welding inspection personnel
- B.5: Inspection before welding
- B.6: Inspection during welding
- B.7: Inspection after welding
- B.8: NDT other than direct unaided visual testing
- B.9: Inspection records
- B.10: Organization quality management.

Az IIW 72. Közgyűlés és a Nemzetközi Konferencia programja július között a konferenciával folytatódott, melynek kiemelt tématerületei az alábbiak voltak

- Automotive Applications of Welding Technology
- Automotive Corrosion
- Modern Joining Procedures in the Automotive Industry
- Advanced Welding Processes
- Robotic Welding in the Automotive Industry
- Joining of Advanced Steels
- Adhesive Bonding 8. Joining Dissimilar Materials
- Non-sheet-metal Automotive Joining
- Welding and Joining Process Simulation.

A konferencia szervezői 166 előadást fogadtak be, magyar résztvevők közül az alábbiakkal szerepeltek a programban

- Marcell Gáspár, Raghawendra Sisodia, Judit Kovács, Gréta Németh: New possibilities for compensating the HAZ softening of the 7075-T6 aluminium alloy (Miskolci Egyetem),
- Csaba Kővágó, Kornél Májlinger, Márta Üveges, József Lehel: Toxicokinetic investigation of in organic emission released by arc light in animal model – a pilot study (Állatorvosi Egyetem Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szent István Egyetem),
- Tünde Anna Kovács, Annamária Vladár, Péter Pinke, Hassanen L. Jaber: Dissimilar Metal Joining by Ultrasonic Welding (Óbudai Egyetem),
- János Lukács, Haidar Mobark: Mismatch effect on fatigue crack propagation limit curves of S690QL, S960QL and S960TM type base materials and the irgas metal arc welded joints (Miskolci Egyetem),



Magyar delegátusok (kép: IMG 20180709_130851)

- Ádám Dobosy, Imre Török: Improving the resistance spot welded joint properties of different aluminium alloys (Miskolci Egyetem),
- Raghawendra Pratap Singh Sisodia, Judit Kovács: Comparative HAZ softening analysis of three different automotive aluminium alloys by physical simulation (Miskolci Egyetem).

A 72nd IIW Annual Assembly and International Conference program sorozatán résztvevő hazai szakemberek színvonalasan képviselve hazánkat bemutatták a világ élvonalába tartozó kutatásaik eredményeit. Az előadások és az azokhoz kapcsolódó viták, a kávé és ebédszüneti konzultációk mindmind hozzájárulnak a tapasztalatok cseréjéhez, az ismeretek átadásához, és a fejlesztési irányok megvitatásához, a kapcsolatok ki- szélesítéséhez. A MAHEG és közvetítésével a hazai szakember gárda tevékenysége révén Magyarország elismert tagja a hegesztők világszervezetének.

Dr. Gáti József

Nemzetközi/Európai kiemelt (IWP/EWP) hegesztő tanfolyam vizsgázói

A Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft-nél 2019. 04. 25 – 2019. 06. 28 szervezett tanfolyam résztvevői 2019.06.28 án sikeres Nemzetközi/Európai kiemelt hegesztő vizsgát tettek.

Vizsgabizottság tagjai és vizsgáztatók:

- Dr. Varga Ferenc (vizsgabizottság elnöke)
- Matus Gábor (vizsgabizottság tagja)
- Bíró László (vizsgabizottság tagja)
- Benus Ferenc (ATB vezető, vizsgabizottság tagja)



IWP diplomások: Balogh József, Bóka Tamás, Dunavölgyi Dávid Gábor, Fehér Béla, Juhász József, Lukács István, Molnár László, Nagy Géza, Szondi István, Tarró János

HÍREK

Ülésezett az IAB

2019. július 8–9-én, Szlovákiában, Pozsonyban, az IAB A és B csoport üléseire, valamint a tagok közgyűlésére került sor.

A képzési, minősítési és tanúsítási rendszerek irányelveinek és működési eljárásrendeknek a felülvizsgálatával kapcsolatos szokásos tevékenység folyt.

A Nemzetközi Hegesztési Ellenőrzési Személyzet Útmutatójának (IAB 041r5-19) felülvizsgálatát vitatták meg és hagyták jóvá.

Döntés született az IAB-001 dokumentum személyzet képesítésére vonatkozó szabályoknak az ISO / IEC 107024: 2012 szabványhoz való hozzáigazítására is.

Az irányító csoport azon tevékenysége az EU együttműködési projektjeiben, amely elősegíti a nemzetközi oktatási, képzési, képesítési és tanúsítási rendszerek fejlesztését,

Az IAB tagjai az IIW elnöke, Doug Luciani előadást tartottak az IIW stratégiai tervről.

Doug Luciani az IIW elnöke előadásban hangsúlyozta az operatív terv öt fő csapását, amelyeket végre kell hajtani az IIW stratégiai terv céljainak elérése érdekében. Ezenkívül részletezte az IIW marketing- és kommunikációs tervében előírt intézkedéseket. Előadását a következőkben adjuk közre.

Az IIW stratégiai terve		
Fő kihívások	Elérendő cél	Szükséges képességek
- a megfelelő készségekkel rendelkező hegesztő szakemberek hiánya - lépés tartás a fejlődéssel és - új technológiák jelentette kihívásokkal - a láthatóságnak és annak tudatának a hiánya, hogy a hegesztést folyamatosan fejleszteni kell - termékek, szolgáltatások és emberek számára globális akadályok és következtelen szabályozások	Globálisan vezető közösséggé válni az ipar, kutatás és oktatás összekapcsolásában a hegesztés és kötés területén a biztonságosabb és fenntarthatóbb világért Küldetés A hegesztés fejlesztése hogy része legyen egy világméretű folyamatnak	- marketing és kommunikáció - hatékony irányítás - a kultúra és a nyelv kölcsönös tisztelete - belső kommunikáció és szakértelem - kapcsolat teremtési képesség a kormányok és az érintett iparágak, szervezetek között, - a végrehajtás és a hibaelhárítás sebessége - hatékony szerződések - tudományos és technológiai szakvélemények az ipar számára

- Meg kell nyernie az első csatát: vagyis olyan képzési-, minősítési- és tanúsítási rendszerrel kell rendelkezni, amely megfelel az ipar és a IIW tagok igényeinek
- Meg kell nyerni a második csatát: vagyis hatékony szervezeti és irányítási struktúrát kell bevezetni
- Meg kell nyerni a harmadik csatát: vagyis javítani kell az IIW láthatóságát és befolyását a hatékony kommunikáció és marketing révén
- Meg kell nyerni a negyedik csatát: vagyis biztosítani kell az IIW kutatások legjobb gyakorlati alkalmazását és szabványosítási tevékenységének ipari jelentőségét
- Meg kell nyerni az ötödik csatát: vagyis növelni kell az összes IIW érdekelt fél számára az együttműködés értékét

Az ipar és a IIW tagok igényeinek megfelelő képzési-, minősítési- és tanúsítási rendszer				
Tevékenység	Felelős/ Irányító	Terv elkészítés határideje	Végrehajtás határideje	Megjegyzés
Rendszeresen mérje fel és vizsgálja meg, hogy egyes országok miért nem fogadják el az IAB programokat. Dolgozzon ki stratégiákat az akadályok és a felszámolás érdekében. Igény esetén fejlesszen ki új programokat ill. szükség szerint módosítsa. az IAB irányelveket összehasonlítva a világon meglévő más hasonló termékekkel és szolgáltatásokkal	IAB titkárság	2019. december	2020. július	Az IAB tagjai együtt az IIW-vel Az eredmény jelentése az IIW Igazgató Tanácsának
Tekintse át és módosítsa az IAB működését a teljes IIW-n belül a hatékony és eredményes működés biztosítása érdekében.	IAB elnökség	2019. július	2020. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
Az IIW márka védelmére irányuló tervek kidolgozása és végrehajtása.	IIW FAR munka-csoport és az IIW titkárság	2020. január az EWF-el kötött szerződés szerint	2020. július	Az IIW FAR munka-csoport vezetésével együttműködve
Szövetségeket alakítson ki más szervezetekkel és vállalatokkal, amelyek előnyeiből IIW és tagjai részesülhetnek.	IIW titkárság	2020. július	2021. július	Az IIW és az IAB tagjaival együttműködve

HÍREK

Hatékony szervezeti- és irányítási struktúra

Tevékenység	Felelős/ Irányító	Terv elkészítés határideje	Végrehajtás határideje	Megjegyzés
Tekintse át és szükség szerint módosítsa a jelenlegi teljes IIW szervezet vezetési struktúráját az új stratégia fényében (beleértve az IIW Főtitkárságát és az IAB titkárságát is).	IIW elnöke	2020. január	2020. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
Adja meg, ill. módosítsa, ha szükséges, az engedélyt az IIW és az EWF közötti megállapodásban..	IIW elnöke	2019. december	2020. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
A TMB és IAB programok, szolgáltatások fejlesztési mechanizmus felülvizsgálata és módosítása, amennyiben szükséges, a hatékonyság és eredményesség érdekében.	IAB és a TMB vezetése	2018. július 2020. július	2020. július 2021. július	Az IAB és a TMB Igazgató Tanácsával együttműködve
A TMB és az IAB működésének kiigazítása és / vagy fejlesztése Az új IIW stratégia kidolgozása.	IAB vezetése és a TMB vezetése	2018. július 2020. július	2020. július 2021. július	Az IIW és az IAB tagjaival együttműködve

Az IIW láthatóságának és befolyásának javítása a hatékony kommunikáció és marketing révén

Tevékenység	Felelős/ Irányító	Terv elkészítés határideje	Végrehajtás határideje	Megjegyzés
Az ipar és az IIW tagok számára egy hatékony marketing és kommunikációs stratégia kidolgozása és alkalmazása	IIW elnöke (fejlesztés) IIW- és IAB titkárság (végrehajtás)	2019. július	2020. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
A kormányzati kapcsolatok fejlesztésének stratégiája.	IIW titkárság	2020. július	2021. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve

Az IIW kutatási, fejlesztési és szabványosítási tevékenysége legjobb ipari gyakorlatának biztosítása

Tevékenység	Felelős/ Irányító	Terv elkészítés határideje	Végrehajtás határideje	Megjegyzés
A TMB operatív terv kidolgozásának részeként a legjobb gyakorlatokkal kapcsolatos útmutatások kidolgozása és terjesztése dokumentumok átadása az ipar számára, és a vonatkozó dokumentumok konvertálása az ISO szabványokba vagy IAB programokba (azaz ragasztás, additive manufacturing stb.):	IAB és a TMB vezetése	2020. július	2021. július	A TMB, IAB vezetésével a STAND WG és az EWF-el együttműködve
Az eljárás mechanizmusának felülvizsgálata és módosítása, amennyiben szükséges, a TMB programok és szolgáltatások fejlesztése és felülvizsgálata a hatékonyabb és eredményesebb módszer érdekében.	TMB vezetése	2020. július	2021. július	A TMB vezetésével együttműködve

HÍREK

Az összes IIW érdekelt fél számára az együttműködés értékének növelése

Tevékenység	Felelős/ Irányító	Terv elkészítés határideje	Végrehajtás határideje	Megjegyzés
Az ipar képviselőiből létrehozott IIW / IAB ipari tanácsadó testület amely gyűjti a visszajelzéseket és beépíti ezt az információt az összes IIW termékbe és a szolgáltatásokba. Vizsgálja meg azt is, hogyan lehet ezt a tanácsadó testületet a már létrehozott ANB-kbe (vagy azzal egyenértékű) 2006 – ban az egyes országokban létrehozott tagtársaságokba integrálni	IIW elnöke (fejlesztés) IIW- és IAB titkárság/ IAB vezetés (végrehajtás)	2019 szeptember	2020. július	Az IIW és IAB tagjaival együttműködve
Új szolgáltatási módok (például élő videó) bevezetése, streaming, webináriumok, Skype ülésen való részvétel) amely az IIW összes tevékenysége során megfelelő	IIW és IAB titkárság	2020. január	2021. január	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
Meg kell fontolni az alternatív lehetőségeket az IIW részvétel növelésére (beleértve az éves közgyűlést is) az ipar, a kutatás, az oktatás szakemberei és a fiatal szakemberek részéről is.	IIW titkárság	2020. július	2021. július	Az IIW Igazgató Tanácsával együttműködve
Át kell tekinteni és szükség szerint módosítani kell az IIW-t tagsági modellt az összes csoport növelésére és a költségek jobb megosztására	IIW titkárság	2020. július	2021. július	Az IIW FAR munkacsoport vezetésével együttműködve

Összegzés

Tevékenység	Az IIW ismertségének javítása a jobb kommunikáció és marketing révén
Stratégiai cél	Legyen a "legjobb a világon". Az IIW-t fejleszteni kell hogy értelmes és elkötelezett „érdeklődésre számot tartó közösség legyen”, akinek tagjai büszkén osztják az értékeket Az ipari innováció és a kutatás területén vezető legyen Növelni kell az iparág „bevált gyakorlatának” terjesztését a nemzetközi projektekben való részvételt és az IIW oklevelek kiadását Növelni kell az IIW befolyását a világon azáltal, hogy ösztönözzük a minél több tag csatlakozását
Verseny	Számos olyan szereplő van a piacon, akik látszólag hasonló szolgáltatásokat nyújtanak (TUV, BV, stb.)
Kommunikációs cél	Multinacionális vállalatok, akik globális projektekkel rendelkeznek és a szabványok magas színvonalában érdekeltek. Vezérigazgató, műszaki vezető / fő gyártómérnök, beszerzési vezető, alelnök vezető technológus / CTO, tervező iroda vezetője + tagok vezetősége (adott esetben)
A fő üzenet	„Az IIW minden hegesztési projekthez, globális hatállyal a legjobb nemzetközi tanúsítási rendszerrel és bevált gyakorlattal rendelkezik ”
Kommunikációs terv	Az IIW marketing / kommunikációs erőforrásainak feltárása a terv kidolgozásához. Keresési lista készítése (tesztbázis). e-mailes bemutatkozó levél készítése az első találkozó kezdeményezéséhez IIW prezentáció készítése --- „Miért segíthet az IIW az Ön nemzetközi projektjében? Kezdeményezzen találkozókat és értékelje az eredményeket. Kezdeményezze projektek indítását és értékelje az eredményeket a kliens- és tag szervezet szempontjából Tegye közzé a sikereket e-mailben, közösségi médián és az IIW hírlevelén keresztül.

Christian Ahrens, az IAB elnöke és az IIW Igazgatóság tagja emlékeztette az IAB minden tagját, hogy a tavaly jóváhagyott IAB stratégiai terv összhangban áll az IIW stratégiai tervvel, és hangsúlyozta a már végrehajtott és a jelenleg folyó intézkedéseket.

Végül az IAB egyhangúan döntött, hogy megosztják a meglévő Ázsia / Óceánia / Afrika régiót két régióra: Ázsia régióra és Óceánia / Afrika régióra.

Komócsin Mihály

HÍREK

MHtE Akadémia – tervezett tanfolyamok 2019-ben

Tanfolyam	Információk	Árak	Célcsoport
Az ISO 9001 változásai: Hogyan érinti a hegesztéssel foglalkozó vállalkozásokat?	www.mhte.hu	18.000,-Ft+ÁFA/fő	Hegesztéssel és fémmegmunkálással foglalkozó vállalkozások
Hegesztőüzemek kockázatmenedzsmentje	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: Információs lap	Gyártás- és technológia tervezők, üzemvezetők, ügyvezetők, műszaki vezetők, irányítási rendszer vezetők, egyéb felelős vezetők
Belső auditor	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
Minőségügyi megbízott	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
ASME Szakember képzés	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: www.mhte.hu	Hegesztéssel és fémmegmunkálással foglalkozó vállalkozások
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu Tervezett indítási időpont: 2019.09.06. Helyszín: NYÍREGYHÁZI EGYETEM	Tanfolyam díja: 300.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWE/EWE, EWT/ IWT végzettségű szakemberek (WI modul esetén)

Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái

Der Praktiker – 2019.6. szám

Johanna Quintus:

- Gute Sicht, Gleichmäßiger Klebstofffluss und Ergonomisches Werkzeug als Qualitätsfaktoren beim Manuellen Kleben –
- Tipps für mehr Qualität beim manuellen Kleben. p: 262–263,

Julian Band:

- Drei Jahre Erfahrungen mit der DIN 2304
- Qualitätsanforderungen an Klebprozesse. p: 264–265,

Ulrich Killing:

- Fertigung von Chemieapparaten: Auswirkungen von kleinen Fehlstellen auf das Korrosionsverhalten von Apparatebaustählen,
- Kleine Ursache, große Wirkung. p: 266–271,

Juliane Osmont:

- Schweißrauchabsaugung: Rechtskonforme Lösungen aus Schweißtechnischen Anwendungen:
- Praxisorientierte Schweißrauchabsaugung. p: 272–277,

Joachim Schmidt:

- Reparaturschweißen einer 9000-T-Presse aus Stahlguss:
- Schweißtechnik in Zeiten der Werterhaltung. p: 278 – 282,
- Beendigung eines Arbeitsverhältnisses
- Was Arbeitgeber arbeitsrechtlich beachten sollten. p: 283.

Der Praktiker – 2019.7. szám

Dr. Johannes Weiser:

- Entmagnetisieren von Rohrleitungen –
- Kompakt und baustellene geeignet. p: 330 – 332,

Christian A. Ripken:

- Auswahl und Fachgerechte Wartung von Gebläseatenschutz an Schweißarbeitsplätzen
- Sicher schweißen unter allen Bedingungen. p: 336 – 337,

Helmut Schmeink:

- Phased Array und TOFD zeigen, wie Schweißnaht innen aussieht –
- Die gläserne Schweißnaht. p: 338 – 341,

Thomas Schupp és szerzőtársai:

- Vermeidung von Kaltrissen beim Mehrlagenschweißen mit modifizierten Sprühlichtbogenprozessen –
- Welchen Einfluss haben Nahtgeometrie und Wärmeleitung. p: 342–347.

Joachim Schmidt:

- Der Ingenieur in der Kulturgeschichte –
- Die Schweißtechnik entdeckt die Tribologie. p: 348 – 353.

Welding in the World. Volume 63 Number 5 – Research Paper

D. S. Konadu, P. G. H. Pistorius & M. Du Toit

- The influence of Ti and Nb on solidification cracking of ferritic stainless steels, as determined using self-restrained samples

Andreas Gester, Marco Thomä, Guntram Wagner, Benjamin Straß, Bernd Wolter, Sigrid Benfer & Wolfram Fürbeth

- Hybrid joints of die-casted aluminum/magnesium by ultrasound enhanced friction stir welding (USE-FSW)

Tobias Köhler, Mathias Raab, Anna Regensburg & Jean Pierre Bergmann

- Liquid interlayer formation during torsional ultrasonic welding of EN CW004A and EN AW1050

Max-Martin Ketzler, Martin Hertel, Jörg Zschetzsch & Uwe Füssel

- Heat development of the contact area during capacitor discharge welding

Stefan Heilmann, David Köberlin, Marcel Merx, Jens Müller, Jörg Zschetzsch, Steffen Ihlenfeldt & Uwe Füssel

- Numerical and experimental analysis on the influence of surface layer on the resistance spot welding process for the aluminum alloys 5182 and 6016

Johanna Helm, Ingo Dietz von Bayer, Alexander Olovinsky & Arnold Gillner

- Influence of the surface properties of the connector material on the reliable and reproducible contacting of battery cells with a laser beam welding process

Dongqun Xin, Yan Cai & Xueming Hua

- Effect of preheating on microstructure and low-temperature toughness for coarse-grained heat-affected zone of 5% Ni steel joint made by laser welding



Yasuhito Takashima, Yusuke Ito, Fenggui Lu & Fumiyoshi Minami

- Fracture toughness evaluation for dissimilar steel joints by Charpy impact test
- Hector Ruiz, Naoki Osawa & Sherif Rashed
- A practical analysis of residual stresses induced by high-frequency mechanical impact post-weld treatment

Mojtaba Hasanvand

- Optimization of laminate's single lap joints by FSDT theory

Debabrata Podder, Om Prakash Gupta, Sreekanta Das & Nisith Ranjan Mandal

- Experimental and numerical investigation of effect of welding sequence on distortion of stiffened panels

MIGATRONIC KFT.

MÉRNÖK ÜZLETKÖTŐ

Dán tulajdonú, hegesztéstechnikai eszközök forgalmazásával foglalkozó magyar Kft, magyarországi piaci pozíciójának növelése érdekében mérnök üzletkötőt keres

Feladata:

- a cég kereskedelmi tevékenységének végzése
- vevőszolgálati és marketing teendők ellátása
- vevőkkel, anyavállalattal való kapcsolattartás

Elvárások:

- hegesztéstechnikai ismeretek
- angol nyelvismeret
- önálló, felelősségteljes munkavégzés
- „B” kategóriás jogosítvány
- kreativitás

Előny:

- értékesítési tapasztalat

Amit kínálunk:

- hosszú távú, stabil munkahely
- teljesítmény arányos jövedelem

Munkavégzés helye:

Magyarország elsősorban Dunántúl

Jelentkezés módja:

Magyar és angol önéletrajzokat, jövedelemigény megjelölésével a MIGATRONIC Kft. 6000 Kecskemét, Szent Miklós ú. 17/A postacímre, vagy az info@migatronik.hu e-mailcímre kérjük.





3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2020



2–4. September 2020. Miskolc, Hungary



Konferencia felhívás

Tisztelettel hívunk minden érdeklődőt a 3-dik Nemzetközi Gépjármű- és Autóipari mérnöki Konferenciára (VAE2020), melyet 2020. szeptember 2-4 között tartunk Miskolcon. A konferencia célja, hogy összehozza a tudományos és ipari területek szakértőit, és bemutassa ezen területek fejlődését.

A konferencia fő témakörei:

- A. Hagyományos hajtómű és emisszió
- B. Alternatív hajtóművek
- C. Jármű dinamika
- D. Anyagok és gyártás
- E. Járműelektronika
- F. Autonóm járművek
- H. Aktív és passzív biztonság
- I. Fenntarthatóság
- J. Oktatás
- K. Járműszerkezetek és felületek tervezése
- L. Optimalás
- M. Hegesztés
- N. Többcsuklós szerkezetek

G. Zaj és rezgés

lentek meg. A cikk terjedelme legalább 6 oldal, maximum 16 oldal. A szerzőnek előadást kell tartania.

Ütemterv:

Absztrakt benyújtása	2020. január 10.
Absztrakt elfogadása	2020. január 31.
Teljes cikk benyújtása	2020. március 20.
Teljes cikk elfogadása	2020. április 30.
Részvételi díj fizetése	2020. május 15.
Konferencia	2020. szeptember 2-4.

A konferencia nyelve angol. Az absztrakt szövegnek 300 és 500 szó között kell lennie. Konferencia díja: 290 euró/fő (2020 május 15.). A publikálás díja: 150 Euro/cikk (2020 május 15.) (egy cikk 6-16 oldal).

A cikkek megjelentetése:

Az összes cikk elbírálásra kerül és az elfogadottakat a Springer Verlag által kiadott, a Scopus által indexált *Lecture Notes in Mechanical Engineering* sorozatban jelentetjük meg, a korábbi konferenciákhoz hasonlóan (<https://www.springer.com/gp/könyv/9783319756769>, <https://www.springer.com/gp/book/9783319511887>). A 2018-as kiadványnak 98k letöltése volt eddig. A kiadvány valamennyi regisztrált résztvevő számára elektronikus úton lesz elérhető a konferenciára érkezéskor. A benyújtott cikkeknek eredetinek kell lenniük, máshol nem je-

További részletekért forduljon a következőkhöz:

Prof. Dr. JÁRMAI, Károly, Miskolci Egyetem
3515 Miskolc, Egyetemváros
Tel. +36-46-565111 ext 2929

A konferencia honlapja:

<http://vae2020.uni-miskolc.hu>
E-mail: vae2020@uni-miskolc.hu



Miskolci Egyetem – IIW Program

Nemzetközi hegesztett szerkezet tervezőmérnök képzés

International welded structures designer (IWSD)



A képzés célja olyan, korszerű ismeretekkel rendelkező, a nemzetközi normáknak megfelelő szakemberek kiképzése, akik alkalmasak a korábban megszerzett mérnöki tudásuk és a képzés során elsajátított ismeretek birtokában az új tudományos eredmények befogadására, alkalmazására, a korszerű hegesztett szerkezetek tervezésére a gyártási, a minőségbiztosítási és a gazdaságossági szempontok figyelembevételével. A képzés megfelel a Nemzetközi Hegesztési Intézet (International Institute of Welding, IIW, 58 ország tagja a világon) ajánlásának. Az IIW-nek Magyarország képviselőjében a Magyar Hegesztési Egyesület (MAHEG) és a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (MHTE) a tagja.

A képzés 7 modulból áll:

1. modul: Hegesztési technológiák,
2. modul: Anyagok feszültségei,
3. modul: Hegesztett szerkezetek tervezése,
4. modul: Hegesztett kötések tervezése,

5. modul: Hegesztett lemezszerkezetek tervezése,
6. modul: Hegesztett szerkezetek optimalizálása,
7. modul: Gyártás, költségek, minőség és ellenőrzés. Egy szakmai tervezési feladat végigvitele.

A képzés sikeres vizsga esetén Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök Diplomával zárul, amit az MHTE, mint Nemzeti Meghatalmazott Testület ad ki.

A képzés időtartama: 2 félév, 250 óra, mely 2019. szeptember – 2020 május között történik.

Helyszíne: Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc Egyetemváros

Ideje: általában minden hónap második hetén 3 nap (szerda-csütörtök-péntek).

Költsége: 380eFt/félév/fő, + 80eFt/fő a záró-vizsga és az IIW diploma díja.

Minimális csoportlétszám: 15 fő.

Jelentkezési határidő: 2019. augusztus 15.

Jelentkezhet: aki alapképzésben gépészmérnöki, építőmérnöki, vagy közlekedésmérnöki szakon szerzett szakképzettséggel rendelkezik (főiskolai, BSc. oklevél, egyetemi, MSc. diploma) és legalább egy éves szakmai gyakorlata van. Más műszaki felsőfokú végzettséggel felvételizni kell.

Szakmai kérdésekben illetékes:

Dr. Jármay Károly egyetemi tanár,
+46 565-111 mellék:

20-28, jarmay@uni-miskolc.hu

Adminisztratív kérdésekben illetékes:

Mentorius Tudás- és Képzőközpont,
+46 565-111 mellék 10-93,

mentorius@uni-miskolc.hu

Honlapok:

<http://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/EVG/>

<http://www.mentorius.hu/kepzesek>

<http://iiwelding.org/>

<https://mhte.webnode.hu/>



ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS



HEGESZTÉSI FELELŐSÖK XXI. Országos Tanácskozása

2019. szeptember 12–13. Hajdúszoboszló
Béke szálló (Mátyás király sétány 10.)



Dátum	Idő	Program	Előadó	Kapcsolat	
1. nap Levezető elnök: Gyura László • email: laszlo.gyura@linde.com					
2019.09.12. csütörtök	12 ⁰⁰ –14 ⁰⁰	Ebéd			
	14 ⁰⁰ –14 ¹⁰	Megnyitó	Gayer Béla	email: bgayer@mhte.hu	
	14 ¹⁰ –14 ⁴⁰	A TIG hegesztés néhány időszerű problémái az alumínium szerkezet gyártásakor /2019/	Dr. Mohácsi Gábor	email: Gabor.Mohacsi@krause-systems.hu	
	14 ⁴⁰ –15 ¹⁰	Hegesztett szerkezetek költségtakarékos előállítása	Dr. Jármay Károly	email: jarmai@uni-miskolc.hu	
	15 ¹⁰ –15 ³⁰	A Biodóm gyártása és szerelése	Simonkay Veronika	email: simonkay.veronika@alukonstrukt.hu	
	15 ³⁰ –15 ⁵⁰	Európai szintű vasúti jármű gyártás és karbantartás, európai szintű gyártásfelügyelő képzés	Erdő Imre	email: erdo.imre@weldinsector.hu	
	15 ⁵⁰ –16 ¹⁰	Intelligens „Ipar 4.0” feltételeihez igazodó XHT-01-es huzalelőtoló fejlesztése	Forgács Péter, Dr. Manno Sándor	email: weldstar@t-online.hu	
	16. ¹⁰ –16. ⁴⁰	Szünet			
	16 ⁴⁰ –17 ⁰⁰	A hegesztés feltételeinek eltérő szabályozásai a műszaki biztonsági szabályzatokban és a szabályozások hiányosságai	Blazsovsky László	email: blazso48@t-online.hu	
	17 ⁰⁰ –17 ²⁰	Robothegeztés a darugyártásban	Bíró Tamás	email: tamas.biro@tlckft.hu	
	17 ²⁰ –17 ⁴⁰	A robothegesztés tervezése a hegesztési felelős szemszögéből	Dr. Farkas Attila	email: farkas.attila@flexmanrobotics.hu	
	17 ⁴⁰ –18 ⁰⁰	Polyol Projekt Tiszaújvárosban	Rácz Zoltán	email: ZRacz@MOL.hu	
	18. ⁰⁰	Kérdések, hozzászólások			
	20 ⁰⁰	Vacsora			
2. nap Levezető elnök: Fülöp Zsoltné • email: pfulopne@gmail.com					
2019.09.13. péntek	09 ⁰⁰ –09 ²⁰	EWf-EU rendszerű duális hegesztő szakember képzés	Dr. Gremesperger Géza	email: gremesperger.geza@gmail.com	
	09 ²⁰ –09 ⁴⁰	Helyettesítheti-e a kollaboratív robot a hagyományos ipari robotot a hegesztésben	Nagy Ferenc	email: rehm@rehm.hu	
	09 ⁴⁰ –10 ⁰⁰	Hegesztett kötések varrat közel állásának és többszörös javíthatóságának vizsgálata fizikai szimuláció segítségével	Dr. Dobosy Ádám , Dr. Gáspár Marcell, Dr. Török Imre, Dr. Németh Alexandra	email: dobosya@gmail.com	
	10 ⁰⁰ –10 ²⁰	A hegesztési szabványokról	Szabó József	email: J.Szabo@mszt.hu	
	10 ²⁰ –10 ⁴⁰	A nitrogén szerepe a duplex acélok ívhegesztésekor	Varbai Balázs	email: varbai.balazs@gmail.com	
	10 ⁴⁰ –11 ⁰⁰	Programozott inhomogén anyagszerkezettel rendelkező fém munkadarabok előállítása porágyas additív technológiával (3D nyomtatással)	Pammer Dávid	email: pammer@eik.bme.hu	
	11 ⁰⁰ –11 ²⁰	Különböző szilárdságú acélok lánggyengítési tapasztalatai	Nacsá Gergely, Gyura László	email: nacsageri@gmail.com	
	11 ²⁰ –11 ⁴⁰	Az MSZ EN ISO 15614-1 érvényességi tartományairól	Varga Zsolt	email: varga.zsolt@tamcert.hu	
	11 ⁴⁰ –12 ⁰⁰	Puskás Ferenc Stadion acél tetőszerkezetének a kivitelezése	Kocsis András Balázs	email: Kocsisa@bimdesign.hu	
	12 ⁰⁰ –	Kérdések, hozzászólások			
	12 ⁰⁰ –	Ebéd			

Dr. Jármái Károly*

Hegesztett szerkezetek költségtakarékos kialakítása

1. Bevezetés

Egy szerkezet költségei anyag, gyártási, szállítási, szerelési és fenntartási költségekből állnak. Hegesztett szerkezetek gyártási költségei vágási, előkészítési (összeállítási és fűzési), hegesztési, járulékos (elektroda-csere, salakozás, letisztítás) és festési költségekből tevődnek össze. Nehéz olyan költségfüggvényt megfogalmazni, amely általános érvényű, mert a költségek változnak az időben, erősen függenek az illető ország műszaki fejlettségi szintjétől és egy országon belül is az egyes vállalatok felszereltségétől, rezsiköltségeitől stb. Klansek & Kravanja [1], Jalkanen [2], Tímár et al. [3], Happio [4]. Azért, hogy összehasonlítás céljából tudjunk költségeket számolni, alapul vesszük a hegesztési időkre nemzetközileg mért adatokat, és ezeket szorozzuk egy szélesebb tartományban változtatható költségtényezővel. Hegesztési költségek számításával foglalkozott Pahl és Beelich [5], Ott és Hubka [6], továbbá alapul szolgálhatnak a Holland Hegesztési Intézet által kifejlesztett COSTCOMP [7] szoftver (Bodt [8]) adatai.

2. A költségfüggvény

Anyag- és hegesztési költségeket tartalmazó költségfüggvény esetén

$$K = K_m + K_f = k_m \rho V + k_f \sum_i T_i \quad (1)$$

ahol K_m és K_f az anyag- és gyártási költségek, k_m és k_f az anyag- és gyártási költségtényezők, ρ az anyagsűrűség, V szerkezet térfogat, T_i a gyártási idő. (m – material = anyag, f – fabrication = gyártás). Az (1) képlet az alábbi alakban írható

$$\frac{K}{k_m} = \rho V + \frac{k_f}{k_m} (T_{w1} + T_{w2} + T_{w3}) \quad (2)$$

ahol

$$T_{w1} = C_1 \theta \sqrt{\kappa \rho V} \quad (3)$$

az előkészítési, összeállítási és fűzési idő, θ a bonyolultsági tényező, κ az összehegesztendő elemek száma.

A (3) képlet az alábbiak szerint vezethető le (Lihtarnikov [9]). Egy κ számú elemből álló lemezes szerkezet előkészítési (vágási) ideje arányos az elemek területével, az i -edik elemre $T_i = c_i P_i$. Egy elem tömege arányos a terület négyzetével

Szerkezet	Varratok	60°-os tompavarrat	90°-os sarokvarrat
Síkbeli	Hosszú varratok, vízszintes helyzet	1.0	2.0
Térbeli	Rövid varratok, síkbeli elemek	1.5	2.5
Térbeli	U- és L-szelvények, csövek	2.0	3.0
Térbeli	I- és T-szelvények	2.5	4.0

1. táblázat. A θ bonyolultsági tényező javasolt értékei.
Ferdeszögű kötések esetén 1-2 pontot célszerű hozzáadni

$G_i = c_2 P_i^2$, tehát $P_i = c_3 \sqrt{G_i}$ és $T_i = c_4 \sqrt{G_i}$. A teljes szerkezetre átlagosan $G = \kappa G_i$ és $T_1 = \kappa T_i = c_5 \kappa \sqrt{G/\kappa} = c_6 \sqrt{G\kappa}$.

A bonyolultsági tényező a szerkezet térbeli összetettségét, az összeszerelés bonyolultságát fejezi ki, néhány javasolt értéke a 1. táblázatban látható.

A hegesztési idő

$$T_{w2} = \sum_i C_{2i} a_{wi}^n L_{wi} \quad (4)$$

a_{wi} a varratméretek, L_{wi} a varrathosszak, C_{2i} és n az alkalmazott hegesztés-technológiától és varratlaktól függő tényezők. A járulékos hegesztési időkre Pahl és Beelich eredetileg az alábbi képletet javasolta:

$$T_{w3} = \sum_i C_{3i} a_{wi}^n L_{wi} \quad (5)$$

Ott és Hubka [6] szerint

$C_3 = (0.2-0.4)C_2$ átlagban $C_3 = 0.3C_2$. Ezért a $T_{w2} + T_{w3}$ időkre összesen, elhanyagolva a $\sqrt{\theta}$ szorzót

$$T_{w2} + T_{w3} = 1.3 \sum C_{2i} a_{wi}^n L_{wi} \quad (6)$$

3. Hegesztési idők

A COSTCOMP által megadott adatok az alábbi hegesztés-technológiákra vonatkoznak:

SMAW	Shielded Metal Arc Welding	Bevont elektródás kézi ívhegesztés
SMAW-HR	Shielded Metal Arc Welding, High Recovery	Bevont elektródás mélybeolvadású kézi ívhegesztés
GMAW- CO₂	Gas Metal Arc Welding with CO ₂	CO ₂ védőgázos ívhegesztés
GMAW-Mix	Gas Metal Arc Welding with mixgas	Kevert védőgázos ívhegesztés
FCAW	Flux Cored Arc Welding	Porbeles elektródás ívhegesztés
SAW	Submerged Arc Welding	Fedőporos ívhegesztés
GTAW	Gas Tungsten Arc Welding	Wolfram elektródás ívhegesztés

Az alábbi táblázatokban (3-6) megadtuk a hegesztési időkre vonatkozó C_i és n tényezőket a COSTCOMP adatai alapján.

Hegesztési módszer	a_w (mm)	$10^3 T_{w2} = 10^3 C_2 a_w^n$
SMAW	0 – 15	$0.7889 a_w^2$
GMAW- CO ₂	0 – 15	$0.3394 a_w^2$
SAW	0 – 15	$0.2349 a_w^2$
GMAW-Mix	0 – 15	$0.3258 a_w^2$

2. táblázat. T_{w2} (min) hegesztési idők az a_w (mm) varratméret függvényében vályús helyzetben hegesztett hossz-sarokvarratokra

Hegesztési módszer	a_w (mm)	$10^3 T_{w2} = 10^3 C_2 a_w^n$
SMAW	4 – 6	$3.13 a_w$
	6 – 15	$0.5214 a_w^2$
GMAW- CO ₂	4 – 15	$0.2245 a_w^2$
SAW	4 – 15	$0.1559 a_w^2$
GMAW-Mix	4 – 15	$0.2157 a_w^2$

3. táblázat. T_{w2} (min) hegesztési idők az a_w (mm) varratméret függvényében 1/2 V hossz-tompavarratokra vályús helyzetben hegesztve

Hegesztési módszer	a_w (mm)	$10^3 T_{w2} = 10^3 C_2 a_w^n$
SMAW	4–6	$2.7 a_w$
	6–15	$0.45 a_w^2$
GMAW- CO ₂	4–15	$0.1939 a_w^2$
SAW	4–15	$0.1346 a_w^2$
GMAW-Mix	4–15	$0.1861 a_w^2$

4. táblázat. T_{w2} (min) hegesztési idők az a_w (mm) varratméret függvényében V hossz-tompavarratokra vályús helyzetre

Hegesztési eljárás	a_w (mm)	$10^3 T_{w2} = 10^3 C_2 a_w^n$
SMAW	10 – 40	$0.3539 a_w^2$
GMAW- CO ₂	10 – 40	$0.1520 a_w^2$
SAW	10 – 40	$0.1053 a_w^2$
GMAW-Mix	10 – 40	$0.1462 a_w^2$

5. táblázat. T_{w2} (min) hegesztési idők az a_w (mm) varratméret függvényében K- hossz-tompavarratokra vályús helyzetre

Hegesztési eljárás	a_w (mm)	$10^3 T_{w2} = 10^3 C_2 a_w^n$
SMAW	10 – 40	$0.3451 a_w^2$
GMAW- CO ₂	10 – 40	$0.1496 a_w^2$
SAW	10 – 40	$0.1033 a_w^2$
GMAW-Mix	10 – 40	$0.1433 a_w^2$

6. táblázat. T_{w2} (min) hegesztési idők az a_w (mm) varratméret függvényében X-hossz-tompavarratokra vályús helyzetre

Megjegyezzük, hogy a SAW-ra vonatkozó adatok 1.7-tel vannak beszorozva, mert a COSTCOMP-ban a költségtényezőkre különböző értékek vannak számítva.

4. A lemezegyengetés időigénye

A lemezegyengetés időigénye (T_{FP} [min]) elsődlegesen a lemezvastagságtól (t [mm]) és a lemezfelülettől (A_p [mm²]) függ. Vállalatok adatai alapján függvényközelítéssel meghatározható az időigény matematikai alakja.

$$T_{FP} = \theta_{de} (a_e + b_e t^3 + \frac{1}{a_e t^4}) A_p \quad (7)$$

ahol $a_e = 9.2 \cdot 10^{-4}$ [min/mm²], $b_e = 4.15 \cdot 10^{-7}$ [min/mm⁵], θ_{de} a bonyolultsági tényező ($\theta_{de} = 1,2$ vagy 3). A tényező értéke a lemez alakjától függ.

5. Felület-előkészítési időigénye

A felület-előkészítés jelenti a felület tisztítását, rozsdátlanítást, homokszórását, stb. A felület-tisztítási idő értéke a felület nagysága alapján A_s [mm²] meghatározható a következő alakban:

$$T_{SP} = \theta_{ds} a_{sp} A_s \quad (8)$$

ahol $a_{sp} = 3 \cdot 10^{-6}$ [min/mm²], θ_{ds} a bonyolultsági tényező. Itt is a bonyolultsági tényező értékének megválasztása teszi lehetővé a tervezőnek, hogy belátása szerint igazítsa a számítást a valósághoz.

6. Festési idő

A festés legalább két részből áll, alapozás és fedőfestés. A festési idő arányos a felülettel (A_s [mm²]), annak pozíciójával.

$$T_P = \theta_{dp} (a_{gc} + a_{tc}) A_s \quad (9)$$

ahol $a_{gc} = 3 \cdot 10^{-6}$ [min/mm²], $a_{tc} = 4.15 \cdot 10^{-6}$ [min/mm²], θ_{dp} a bonyolultsági tényező, $\theta_{dp} = 1,2$ vagy 3 vízszintes, függőleges és fejfeletti festésre.

7. Vágási és él-leköszörülési idők

A vágási idő a vastagság és hossz függvényében (t [mm], L_e [m]):

$$T_{CP} = \theta_{dc} (a_{fc} + b_{fc} t^2) L_e \quad (10)$$

ahol

Technológia	a_{fc} [hour/m]	b_{fc} [hour/m/mm ²]
kézi köszörülésre	$4.12 \cdot 10^{-2}$	$6.82 \cdot 10^{-3}$
lángvágásra	$5.033 \cdot 10^{-2}$	$2.47 \cdot 10^{-4}$
gépi lángvágásra	$3.45 \cdot 10^{-2}$	$2.28 \cdot 10^{-4}$

θ_{dc} bonyolultsági tényező, értékei $\theta_{dc} = 1,2$ vagy 3.

A lemezvágási vágási idő különböző technológiákkal, különböző varratalakok esetén a vastagság és hossz függvényében (t [mm], L_{ci} [m]) (7-8. táblázat):

$$T_{CP} = \sum_i C_{CPi} t_i^n L_{ci} \quad (11)$$

Vágási technológia	Vastagság t [mm]	$10^3 T_{CP} = 10^3 C_{CP} t^n$
Acetilén (átlag-sebesség)	2-15	$1.1388 t^{0.25}$
Acetilén (nagy sebesség)	2-15	$0.9561 t^{0.25}$
Stabilizált gázkeverék (átlag-sebesség)	2-15	$1.1906 t^{0.25}$
Stabilizált gázkeverék (nagy sebesség)	2-15	$1.0858 t^{0.23}$
Propán (átlag-sebesség)	2-15	$1.2941 t^{0.24}$
Propán (nagy sebesség)	2-15	$1.1051 t^{0.25}$

7. táblázat. Lemezvágási idők T_{CP} (min/mm) hossz-sarokvarratokra és I-, V-, 1/2 V tompavarratokra

Vágási technológia	Vastagság t [mm]	$10^3 T_{CP} = 10^3 C_{CP} t^n$
Acetilén (átlag-sebesség)	10-40	$0.8529t^{0.36}$
Acetilén (agy sebesség)	10-40	$0.6911t^{0.38}$
Stabilizált gázkeverék (átlag-sebesség)	10-40	$0.8991t^{0.36}$
Stabilizált gázkeverék (nagy sebesség)	10-40	$0.6415t^{0.44}$
Propán (átlag-sebesség)	10-40	$0.9565t^{0.36}$
Propán (nagy sebesség)	10-40	$0.7870t^{0.38}$

8. táblázat. Lemezvágsági idők TCP (min/mm) X- és K hossz-tompavarratokra

7.1 Csőelemek kézi vágása és élköszörülése

Csőszerkezeteknél a költségek között nagy súlyt jelent a csőelemek kézi vágása és élköszörülése. A következő összefüggést használjuk a gyártási időre (Farkas & Jármái 1997)

$$T_{CG} = \theta_{dc} \sum_i \frac{2\pi d_i}{\sin \phi} (4.54 + 0.4229 t_i^2), \quad (12)$$

ahol a gyártási költségtényező Tizani et al. [10] alapján $40 \text{ \$}/h = 0.6667 \text{ \$}/\text{min}$, és a bonyolultsági tényező $\theta_{dc} = 3$. A rácsrúd átmérője d_i m-ben, vastagsága t_i mm-ben. ϕ az övrúd és a rácsrúd által bezárt szöget jelenti. Megjegyezzük, hogy Glijnis (1999) javasolt egy összefüggést az oxigénnel történő vágásra CNC géppel:

$$K_{CG}(\$) = \frac{2.5\pi d_i}{(350 - 2t_i) 0.3 \sin \phi_i}, \quad (13)$$

ahol 350 mm/min a vágási sebesség, 0.3 a hatékonysági tényező, d_i és t_i méretek mm-ben.

8. Lézer hegesztés és vágás

8.1 Lézer-hegesztés

A lézer-hegesztésre jellemző a koncentrált energia-bevitel, amely nagy sebességet tesz lehetővé és így csökkenti a vetedést. Az ívhegesztéshez viszonyítva, a lézer-hegesztés sokkal többféle anyagra alkalmazható és 20 mm lemezvastagságig egy réteggel valósítható meg.

$$S = 1/\ln T = 1/(a + bt^{2.5}) \text{ [mm/min]} \quad (14)$$

$$a = -0.05918578241974762$$

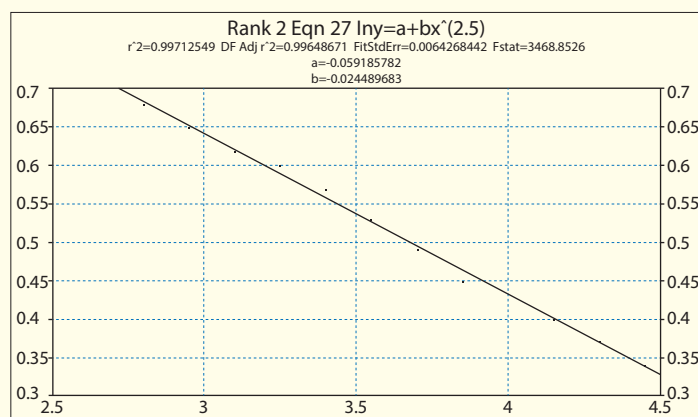
$$b = -0.02448968345282072$$

A lézer-hegesztés a GTAW eljárashoz hasonló jellemzőkkel rendelkezik. A legtöbb esetben nem igényel járulékos töltőanyagot. Az elektronsugaras hegesztéstől eltérően nem igényel vákuumot, így költsége kisebb.

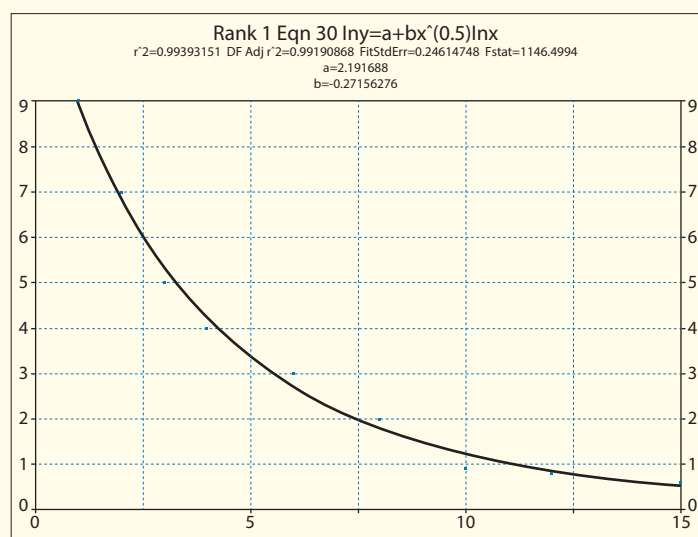
Acéllemezek lézer-hegesztési sebességét az idő T [min] és a lemezvastagság t [mm] függvényében a 1. ábra adja meg.

8.2 Acél illetve alumínium lézer-vágása (2. ill. 3. ábra)

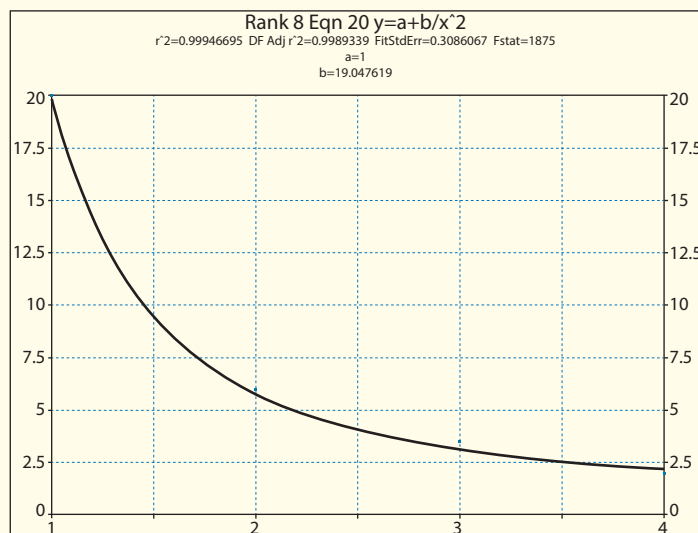
Vékony acéllemezek lézer-vágása	Vékony alumíniumlemezek lézer-vágása
$S = 1/\ln T = 1/(a + bt^{0.5} \ln t)$ [min/mm]	$S = 1/T = 1/(a + b/t^2)$ [min/mm]
$a = 2.191688010897978$	$a = 1$
$b = -0.2715627600304911$	$b = 19.04761904761905$



1. ábra. Lézer-hegesztési sebessége [mm/min] a lemezvastagság t [mm] függvényében

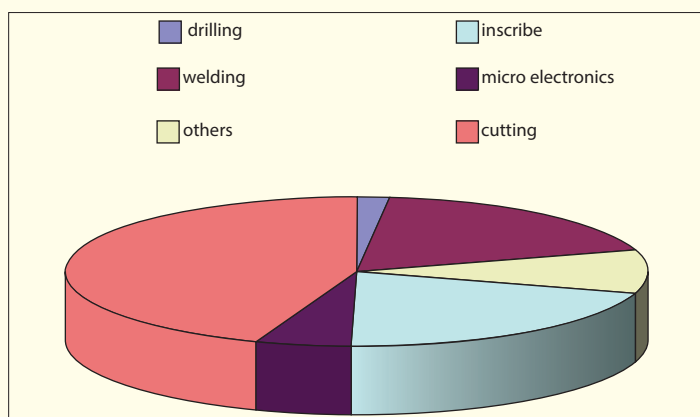


2. ábra. Acél lézer-vágási sebessége [mm/min] a lemezvastagság t [mm] függvényében

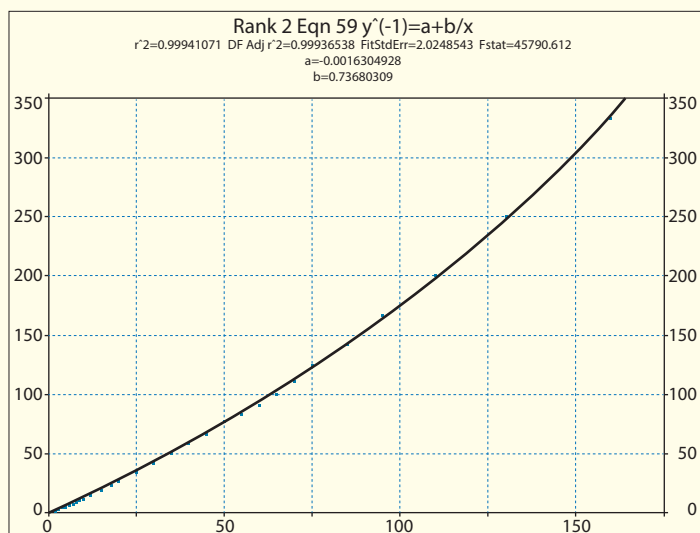


3. ábra. Alumínium lézer-vágási sebessége [mm/min] a lemezvastagság t [mm] függvényében

A lézersugár tipikusan 0.2 mm átmérőjű és 1-2 kW teljesítményű. A lézer a legjobban a szén- és ausztenites acélokon működik. Az alumínium- és rézötvözetek lézer-vágása nehezebb, mert hajlamosak elnyelni a lézersugarat.



4. ábra. A lézer-alkalmazás arányai különböző gyártási eljárásokban: welding – hegesztés, cutting – vágás, inscribe – bevésés, drilling – fúrás, micro electronics – mikroelektronika, others – egyéb



5. ábra. Acélok vízsugaras vágási ideje a lemeztávastagság függvényében [idő/vastagság]

A 4. ábra mutatja a lézer-alkalmazás arányait különböző gyártási eljárásokban. A leggyakrabban a lézer-vágás kerül alkalmazásra.

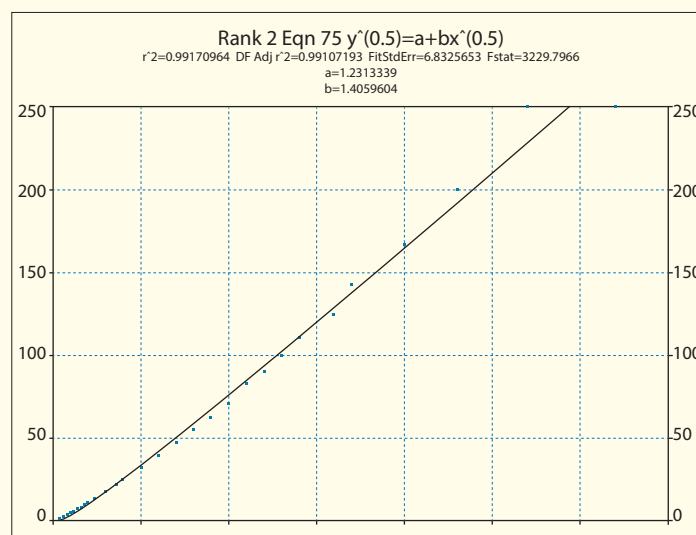
8.3 Acél- illetve ausztenites acél vízsugaras vágása (5. ill. 6. ábra)

A vízsugaras vágás az anyagok széles körére alkalmazható, magas nyomású vízsugárral vagy víz és koptatóanyag sugarával.

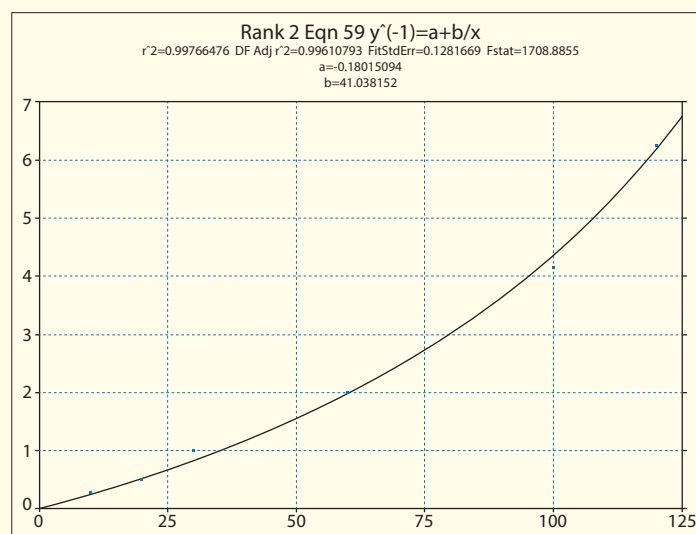
Vízsugaras vágás, szénacél Vízsugaras vágás, ausztenites acél, 3500 bar
 $S = 1/T = a + b/t$ [m/min] $S = 1/T^{0.5} = 1/(a + bt^{0.5})$ [m/min] (16)
 $a = -0.001630492750216705$ $a = -1.231333913075542$
 $b = 0.7368030917264656$ $b = 1.405960445076508$

8.4 Acél- illetve ausztenites acél plazmavágása (7. ill. 8. ábra)

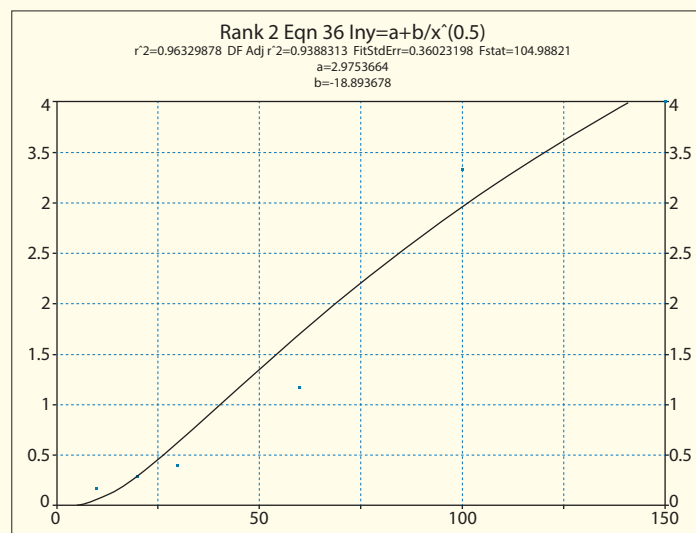
A plazma hőmérséklete 5500 °C -től 28,000 °C-ig terjedhet. A gázt levegővel, vízzel vagy széndioxiddal használjuk.



6. ábra. Ausztenites acél vízsugaras vágási ideje a lemeztávastagság függvényében [idő/vastagság]



7. ábra. Acélok plazma vágási ideje a lemeztávastagság függvényében [idő/vastagság]



8. ábra. Ausztenites acél plazma vágási ideje a lemeztávastagság függvényében [idő/vastagság]

Auszténites acél plazmavágása Alumínium plazmavágása

$$\begin{aligned} S &= 1/T = a + b/t \text{ [m/min]} & S &= 1/\ln T = 1/(a + b/t^{0.5}) \\ a &= -0.1801509431963638 & a &= 2.97536641707248 \\ b &= 41.03815214608195 & b &= -18.8936784318449 \end{aligned} \quad (17)$$

9. A lemezelemek hajlítása héj alakra

A lemezelemek hajlítási ideje héj alakra függ a héj alakjától, sugarától és a lemez vastagságától. Ha hengeres a héj, akkor a hajlítási idő számítása egyszerűbb, a következő módon:

$$T_{F0i} = \theta e^{\mu}, \quad (18)$$

$$\mu = 6.8582513 - 4.527217 t_i^{-0.5} + 0.009541996 (2R_i)^{0.5}. \quad (19)$$

ahol t_i a héjszegmens vastagsága, R_i a héj sugara, a bonyolultsági tényező értéke $\theta=3$. A közelítés érvényes $R_{\max} = 1500$ és $t = 30$ mm-ig.

Ha a héj kissé kúpos, akkor minden szegmens görbülete eltérő, így az összidő az egyes szegmensek gyártási idejéből tevődik össze

$$K_{F0} = \sum_{i=1}^n k_f T_{F0i} \quad (20)$$

10. Tűzvédelmi bevonat költségei

A tűzvédelmi festékek (intumescent painting) pótlólagos bevonatként kerülnek fel az acél felületére. A hő hatására habosodó festék ára jelentősen szór, már Európában is. Mi a számítások során 20 \$/m², vagy 60 \$/m² értékekkel számoltunk, fél- és egyórás tűzvédelmet figyelembe véve.

$$T_{IP} = \theta_{ap} a_{ip} A_s. \quad (21)$$

ahol a felület nagysága alapján A_s [mm²].

11. Összköltség

Az összköltség az előző költségelemek összeadásából adódik (a szerkezettől függően valamelyik elem zérus lehet természetesen).

$$\begin{aligned} \frac{K}{k_m} &= \rho V + \frac{k_f}{k_m} (T_{w1} + T_{w2} + T_{w3} + T_{w4} + T_{FP} + T_{SP} + \\ &+ T_P + T_{CP} + T_{CG} + T_{IP} \dots) \end{aligned} \quad (22)$$

Felvéve a következő tartományokat $k_m = 0.5-1.5$ \$/kg, $k_f = 0-1$ \$/min, a k_f/k_m arány 0 - 2 kg/min között változik. Ha $k_f/k_m = 0$, akkor kapjuk a tömegminimumot. Ha $k_f/k_m = 2.0$ ez a magas munkaköltségű országokat jelenti (Japán, USA), $k_f/k_m = 1.5$ és 1.0 a fejlett országokat jelenti (Nyugat-Európa), $k_f/k_m = 0.5$ a fejlődő országokat jelenti. Ha a termelékenységi mutatók hasonlóak is, a gyártási költségek a különböző bérköltségek miatt jelentősek az egyes országokban.

12. Optimális méretezés

A szerkezetoptimalálás során a mérnöknek jól kell ismernie a szerkezet viselkedését, a feszültségeket, alakváltozásokat, a stabilitási viselkedést, a sajátfrekvenciát, a rezgécscsillapítást, stb. Másik fontos elem a megbízható optimaláló módszer alkalmazása az optimum megtalálása során. A kérdés mindig ugyanaz: melyik a legjobb, a legmegbízhatóbb el-

járás? A válasz az, hogy az a legjobb módszer, amelyiket a felhasználó a legjobban ismer. Egyik algoritmus sem tökéletes. Mindegyiknek van előnye és hátránya is.

Szerkezetoptimalálással kapcsolatos munkánk során számos algoritmust alkalmaztunk az évtizedek alatt. Ezek ismertetésre is kerültek könyveinkben és számos mérnöki alkalmazáson keresztül Farkas és Jármai [11,12,13,14,15]. A legtöbb eljárást módosítani kellett, hogy mérnöki alkalmazásra hatékony legyen.

Nagyszámú egy célfüggvényes optimaláló algoritmus létezik, amint azt ismertettük is a könyvekben. A deriváltat nem igénylő módszerek közül a következők: Komplex, Rugalmas Tolerancia, Hillclimb. Első deriváltat igénylő módszerek: Sequential Unconstrained Minimization Technique (SUMT), Davidon-Fletcher-Powell, stb. Második deriváltat igénylő módszerek: Newton, Sequential Quadratic Programming, SQP, a Feasible SQP. Vannak az optimaláló módszereknek más osztályai is, mint például az Optimalitási Kriteérium módszer (OC), vagy olyan diszkrét módszer, mint a Backtrack, az entrópia-alapú módszerek, és nagy számban metaheurisztikus módszerek, mint a részecskecsoporthoz, a méh, a kakukk, a kulturális, a hangya kolónia [16], stb.

A több-célfüggvényes optimaláló módszerek akkor fontosak, amikor több célfüggvény együttes figyelembevétele mellett kompromisszumos megoldást keresünk.

A célfüggvény (több célfüggvényes optimalálásnál több célfüggvény), a tervezési változók, a paraméterek és a méretezési feltételek határozzák meg az optimalási problémát.

12.1. Tervezési változók, előre megadott paraméterek

A szerkezetet leíró mennyiségek két nagy csoportba sorolhatók: előre megadott paraméterek és tervezési változók. A különbség az közöttük, hogy az első csoport elemei rögzítettek az optimalálás során, a második csoport elemei, a tervezési változók az optimalálás során változnak. Ezek a paraméterek határozzák meg a szerkezet geometriáját, anyagi viselkedését. A tervező joga eldönteni, melyik mennyiség lesz rögzített, melyik változik. Ezek lehetnek a keresztmetszet-területek, az elem méretek, vastagságok, a szerkezeti elemek hosszai, az anyag mechanikai és fizikai jellemzői, az elemek száma (topológia), a szerkezet alakja, stb.

Például egy egyszerű tartónál ezen mennyiségek a következők lehetnek: 1. a tartó fesztávja, 2. a keresztmetszet méretei, területe, 3. az alkalmazott anyag jellemzői (rugalmassági modulus, folyáshatár, sűrűség), 4. terhelések, erők, nyomatékok, 5. a tartó alakja, 6. a támaszok jellege, 7. a támaszok száma. Ezek egy része lehet tervezési változó, az összes többi előre megadott paraméter.

12.2. Méretezési feltételek

A szerkezetanalízis írja le a szerkezet viselkedését. Ez összefoglalóan jelentheti a szerkezetben az erőket, a feszültségeket, az alakváltozásokat, a sajátfrekvenciákat, a csillapítási tényezőket, stb. A „viselkedés” ezen jellemzői adják meg a méretezési feltételeket. A tervezési változók értékei jellemzik a tervezés alatt álló szerkezetet. Ha a tervezési változók adott értékei teljesítik a feltételeket (a feszültségek, az alakváltozások, stb. kisebbek, mint a megengedett) akkor a tervezés megfelelő. Ezek a feltételek jelentik az optimális méretezés során a méretezési feltételeket.

12.3. Az optimális méretezés egyenletei

Az egycélfüggvényes optimalálás matematikai megfogalmazása a következő:

Az egycélfüggvényes optimálás matematikai megfogalmazása a következő:

minimálja a célfüggvényt

$$f(x) \quad x_1, x_2, \dots, x_N, \quad (22)$$

a következő feltételek mellett

$$g_j(x) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, P, \quad (23)$$

$$h_i(x) = 0 \quad i = P + 1, \dots, P + M, \quad (24)$$

ahol $f(x)$ egy többváltozós nemlineáris függvény, $g_j(x)$ és $h_i(x)$ nemlineáris egyenlőtlenségi és egyenlőségi feltételek.

13. Példa hegesztett szerkezet optimálására

Az alábbi kéttámaszú, hegesztett I-szelvény optimálásán keresztül mutatjuk be a számítás menetét (9. ábra).

Célfüggvény a gerenda költsége a (2) képlet alapján.

Változók: az I-szelvény méretei, h gerincmagasság, t_w gerincvastagság, b övszélesség, t_f övvastagság.

Adott: fesztáv $L = 6$ m, koncentrált erő: $P = 100$ kN, anyagminőség: S355JR

Méretezési feltételek: gerinchorpadás, övhorpadás, feszültségkorlátozás.

Az MSZ EN 1993-1-2 a következőt adja az acélminőségre:

$$\varepsilon = 0.85 \sqrt{235 / f_y} = 0.8136 \text{ az S355JR acél esetén} \quad (25)$$

Az MSZ EN 1993-1-1, 5.2 táblázata [17], határokacúságra a következőt adja meg: gerinclemez:

$$\frac{h}{t_w} \leq 69\varepsilon, \quad 69\varepsilon = 56.14 \quad (26)$$

övlemez:

$$\frac{b}{t_f} \leq 28\varepsilon, \quad 28\varepsilon = 22.78 \quad (27)$$

A hajlítónyomaték

$$M = \frac{PL}{4} = 1.5 \times 10^8 \text{ Nmm} \quad (28)$$

Az optimum esetén az aktuális értékek: gerinclemez horpadás:

$$\frac{h}{t_w} = \frac{261}{5} = 52.20 < 56.14 \quad (29)$$

övlemez horpadás:

$$\frac{b}{t_f} = \frac{174}{9} = 19.33 < 21.78 \quad (30)$$

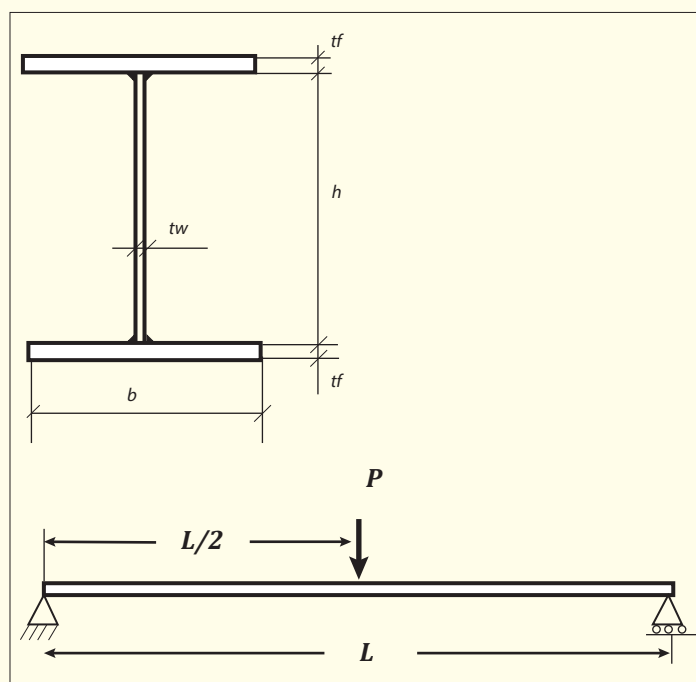
inercianyomaték:

$$I_x = \frac{h^3 t_w}{12} + 2bt_f \left(\frac{h}{2}\right)^2 + 2\frac{bt_f^3}{12} = 60768042.8 \text{ mm}^4 \quad (31)$$

keresztmetszeti tényező

$$K_x = \frac{I_x}{h} = 465655.5 \text{ mm}^3 \quad (32)$$

normál feszültség



9. ábra. A hegesztett I-tartó terhelése és keresztmetszete

$$\sigma = \frac{M}{K_x} = 322.12 \text{ MPa} < \frac{f_y}{1.1} = \frac{355}{1.1} = 322.72 \quad (33)$$

A költség az anyagköltségből, a hegesztési előkészületi és a tényleges hegesztési időből adódik. A bevontelektrodás kézi, a CO₂ védőgáz és a fedőporos hegesztés esetén a költséget jelentősen különböznek: 574.5, 399.2 és 358.4 kg a K/k_m értéke $k_f/k_m = 1$ esetén, mely közepesen fejlett országnak felel meg (9. táblázat).

Költség	SMAW	GMAW-CO ₂	SAW
anyag	208.9	208.9	208.9
heg. előkészítési	57.8	57.8	57.8
tényleges hegesztési	307.7	132.4	91.7
	574.5	399.2	358.4

9. táblázat. Költségeloszlás különböző hegesztési technológiák esetén

14. Összefoglalás

A cikk bemutatja, hogyan célszerű egy előtervezést végezni a költségek figyelembevételével. Látható, hogy a hegesztési és egyéb költségek jelentősek lehetnek egy szerkezetnél és figyelembevételük eltérő optimális méreteket eredményezhet. A hegesztési és vágási technológiák helyes megválasztása csökkentheti a költségeket. A beruházási, amortizációs költségek nem kerültek figyelembevételre, mert ehhez a gyártmánystruktúra ismerete szükséges. Az optimális méretezés matematikai módszerei segítenek a legjobb megoldás megkeresésében, adott feltételek és célfüggvény esetén. Egyszerű számpéldán mutatjuk be a módszer alkalmazhatóságát, ahol egy hegesztett I-szelvény optimálása történt többféle hegesztési technológiával. Optimális méretezéssel megbízhatóan meghatározhatjuk a legkisebb költségű szerkezetet.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16- 2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg”.

Irodalomjegyzék

- [1] Klansek, U. & Kravanja, S. (2006a) Cost estimation, optimization and competitiveness of different composite floor systems – Part 1. Self manufacturing cost estimation of composite and steel structures, *Journal of Constructional Steel Research*, 62 No. 5, pp. 434-448.
- [2] Jalkanen, J. (2008) Multicriteria tubular truss optimization, in Design, fabrication and economy of welded structures: International Conference Proceedings, Miskolc, Hungary, 2008, 24 - 26 April, Horwood Publishers, Chichester, UK, 2008. pp. 71-78.
- [3] Tímár, I., Horváth, P. & Borbély, T. (2003) Optimierung von profilierten Sandwichbalken, *Stahlbau*, 72, No. 2. 109-113.
- [4] Happio J (2012) Feature-based costing method for skeletal steel structures based on the process approach. Tampere University of Technology, Publication 1027. UniPrint TTY, 99 p. ISBN 978-95215-2785-2
- [5] Pahl, G. & Beelich, K.H. (1992) Kostenwachstumsgesetze nach Ähnlichkeits-beziehungen für Schweiss-verbindingen. *VDI-Bericht*, Nr. 457, 129-141, Düsseldorf.
- [6] Ott, H.H. & Hubka, V. (1985) Vorausberechnung der Herstellkosten von Schweiss-konstruktionen (Fabrication cost calculation of welded structures). *Proc. Int. Conference on Engineering Design ICED*, 1985, Hamburg, 478-487. Heurista, Zürich.
- [7] COSTCOMP (2002) *Programm zur Berechnung der Schweisskosten*. Deutscher Verlag für Schweisstechnik, Düsseldorf.
- [8] Bodt, H.J.M. (1990) *The Global Approach to Welding Costs*. The Netherlands Institute of Welding, The Hague.
- [9] Likhtarnikov, Y.M. 1968: *Stalnie konstrukcii*, Stroyizdat, Moszkva.
- [10] Tizani, W.M.K., Yusuf, K.O., Davies, G. & Smith, N.J. (1996) A knowledge based system to support joint fabrication decision making at the design stage – Case studies for CHS trusses. *Tubular Structures VII*. Eds Farkas, J. & Jármai, K. Rotterdam-Brookfield, Balkema, 483-489.
- [11] Farkas, J. & Jármai, K. (1997) *Analysis and Optimum Design of Metal Structures*. Balkema Publishers, Rotterdam, Brookfield.
- [12] Farkas J. & Jármai K. (2003) *Economic design of metal structures*, Millpress Science Publisher, Rotterdam, 340 p. ISBN 90 77017 99 2.
- [13] Farkas, J. & Jármai, K. (2008) Design and optimization of metal structures, Horwood Publisher, Chichester, UK, 300 p. ISBN 978 1-904275-29-9.
- [14] Farkas, J., Jármai, K. (2013) *Optimum design of steel structures*, Springer Verlag, Heidelberg, 2013. 288 p. ISBN 978-3-642-36867-7, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-36868-4>
- [15] Farkas József, Jármai Károly (2015) *Fémszerkezetek innovatív tervezése*, Gazdász-Elasztik Kiadó és Nyomda, 2015, 592 old. ISBN 978-963-358-064-6
- [16] Brownlee J. (2011) *Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes*, Lulu, ISBN: 978-1-4467-8506-5.
- [17] EN 1993-1-1: Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.1. rész: Általános szabályok. Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- [18] EN 1993-1-2: Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.2. rész: Általános szabályok. Tartószerkezetek tervezése tűzterherre.

Dr. Jármai Károly
egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

Minőségbiztosítási kollégát keresünk a KÉSZ csoporton belül az

ARC-Design Kft.

részére az alábbi fő feladatokra Magyarország egész területén történő munkavégzésre:

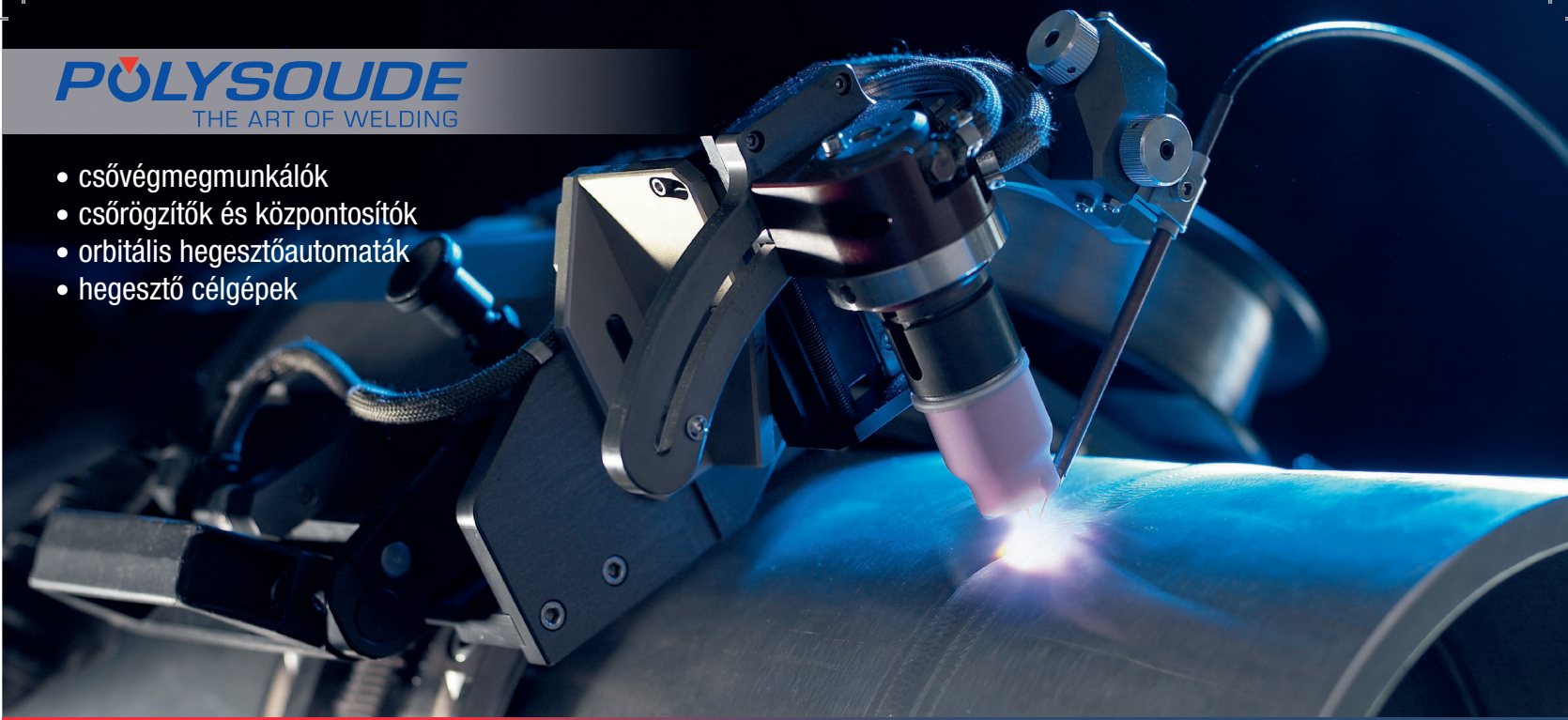
- Acélszerkezet szerelési munkák minőségellenőrzése
- Helyszíni hegesztések ellenőrzése
- Minőségellenőrzési tervek végrehajtása, végrehajtása
- Beszállítók rendszeres ellenőrzése
- Beérkező áruk helyszíni átadás-átvételének felügyelete és ellenőrzése
- Előírások betartatása a kivitelezésben dolgozó kollégákkal
- Projekt átadási dokumentációk elkészítésében együttműködés a kivitelező kollégákkal a teljes kivitelezési feladat során
- Helyszíni ellenőrzési jegyzőkönyvek készítése, készíttetése, nyomon követése
- Hegesztési varratértékek készítése
- Alvállalkozók ellenőrzése
- Helyszíni szereléshez kapcsolódó ellenőrző eszközök hitelességének rendszeres ellenőrzése

Amennyiben a fenti lehetőség érdekes lehet, úgy keresse Seregelly Dalmát az alábbi elérhetőségen:

seregellyd@kesz.hu

További információkat a karrieroldalunkon talál: <https://karrier.kesz.hu/allas/minosegbiztositasi-munkatars-773>

- csővégmegmunkálók
- csőrögzítők és központosítók
- orbitális hegesztőautomaták
- hegesztő célgépek



POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

Telefon: (+36) 20 298 8708 Tel/Fax: (+36) 28 404 904

Internet: www.polyweld.hu E-mail: polyweld@polyweld.hu



- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmárók
- mágnes talpas fűrógépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm®

Simonkay Veronika*

A Biodom építése

A Biodom a régi Vidámpark területén, a budapesti Állat- és Növénykert bővítéseként épülő Pannon Park része. Egy olyan, zárt ökoszisztémaként működő élőházat kell elképzelni, amely az év teljes egészében állandó klimatikus viszonyokat biztosít a területére telepített flóra és fauna számára. [1]

A Biodom a régi fa hullámvasút előtti területre épült fel, alakja amorf, négy összeolvadt buborékra hasonlít leginkább. Hossza kb. 210 m, szélessége kb. 115 m, míg a legnagyobb dómjának magassága a terepszint felett kb. 36 m. Alapterülete kb. 1,7 hektár. Acél tartószerkezetére egyedi háromrétegű fóliaburkolat kerül, amely segítségével az állandó klíma biztosítható az építmény belsejében. A létesítmény egyedülálló, ilyen jellegű és méretű szerkezet még nem épült sehol.

A beruházást a Market Építő Zrt. megbízásából nyertük el.

A vállalásunkba az 1000 t súlyú acél tartószerkezet gyártása és szerelése tartozott. A gyártáshoz a gyártási dokumentációt, terveket a szereléstechológia koncepciójával és a szerkezet 3D-s modelljével együtt megkaptuk. Ennek ellenére rengeteg tennivaló akadt még mind a tervezés, mind a gyártás és a szerelés előkészítése terén is.

Maga az acél tartószerkezet csőszelvényű rudakból áll, amelyeket háromszög alakban illesztettek össze. A rudak szelvénye 324 mm átmérőjű, (igénybevételtől függően) 8-12, helyenként 16 mm falvastagságú cső. A csomópontokat a vasbeton peremgerendán csonka csillag, míg a szerkezet belsejében teljes csillag alakúak. A csillagok központi elemét 406 mm átmérőjű csövek adják. A szerkezetben összesen 539 db csomópont és 1503

db rúd található, amelyek együtt 964 db háromszöggé álltak össze. A rudak és a csillagok kapcsolata egyszerű homloklemezkes kapcsolat, amelyet 4 db M36 méretű csavar kapcsol össze. A szerkezetben nem volt két egyforma gyártmány.

Az összeállított háromszögek oldalhosszúsága 5-6 m-től 8-9 m-ig változott. Ezek közül elég robosztusak voltak, de maga az elkészült szerkezet egy karcsú, légies rúdhéj szerkezetet eredményezett. A felületkezelés az első sorig 45 perces tűzállóságot biztosító tűvédő festés, egyébként pedig C4 korrozivitási kategóriának megfelelő festés hosszú élettartamra, RAL9002 színben.

A gyártáselőkészítésről

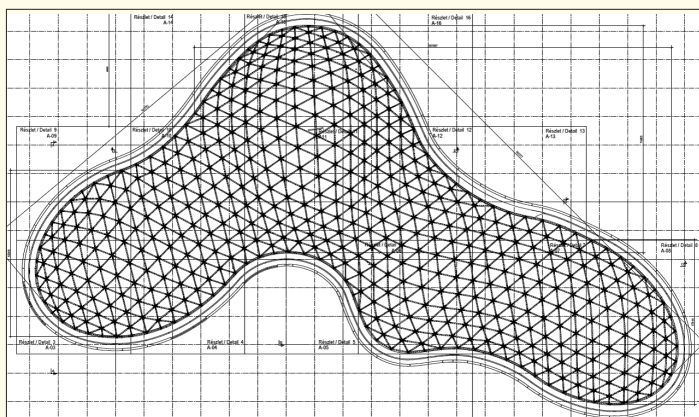
Elsőként a gyártáselőkészítés állította kihívások elé a kollégáinkat. Az egyik megoldandó feladat a plazmagép programozása volt. A 3D-s tervezőprogram, amit használunk (Tekla Structures) képes volt arra, hogy olyan formátumba exportálja az elemeket, amely után felhasználható volt a plazmagép programozásához. Nem csak az elemeket, hanem a gyártmányokat is lehetett ilyen formátumba exportálni, a gyártmányok esetében ezt a méretellenőrzésnél használtuk (ld. később).

A gyártáselőkészítésnek jóval a gyártmányok összeállítása előtt kellett haladnia, hogy később a szerelés kiszolgálása folyamatos lehessen.

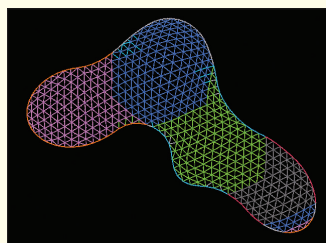
A megkívánt minőség biztosítását a Biodom projekt folyamán az alapanyag telephelyünkre való beérkezésétől kezdve a késztermék beépítéséig végig felügyeltük. A szerkezet generálstatikus által előírt kitéti osztályának megfelelően (EXC3, kivéve a dokumentációt, amely EXC2 szintű) a beérkező alapanyagokat elláttuk a minőségi bizonylatok sorszámaival, hogy azok később is azonosíthatóak legyenek.

A gyártási dokumentációban a tervezőprogram minden elemnek sorszámot ad, amelyet azonnal rájelölünk az előzőekben megjelölt alapanyagból ki-/levágott elemre. Az azonosítókat a program automatikusan generálja, azokat szándékosan megváltoztatni, a tervekben átírni nem lehet. A program által generált elemterveken ugyanezen számok szerepelnek, illetve a gyártmányterveken már az adott gyártmányt alkotó elemszámok szerepelnek. A program számon tartja azt, hogy mely gyártmányokat mely elemek alkotnak. Különböző elemek, gyártmányok különböző számot kapnak.

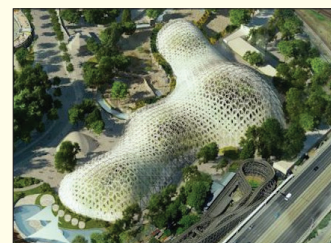
Az elemekből összeállított gyártmány száma az összeállításakor kerül rá a gyártmányra, amely aztán a véglegesre való hegesztésen át a felületkezelés befejezéséig végigkíséri azt. A gyártmányok mérési jegyzőkönyveire is ez az azonosító kerül rá, és a helyszínen is ezzel azonosítják az egységeket. A szerelői rajzokon is a gyártmányszámok vannak feltüntetve, ezek segítségével szerelhetők be, rögzítke-



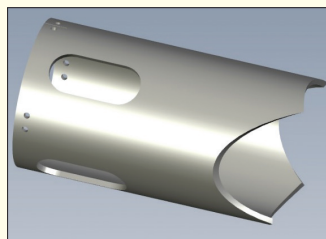
1. kép A Biodom alaprajza



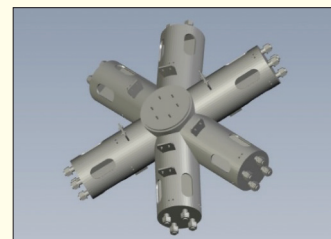
2. kép A Biodom modellje



3. kép A Biodom látványterve



4. kép Csőcsonk számítógépes modellje a plazmagép programozásához



5. kép Csomópont számítógépes modellje a 3D méréshez



6. kép A csővég a plazmagépben



7. kép Felhalmozott csővégek az üzemben

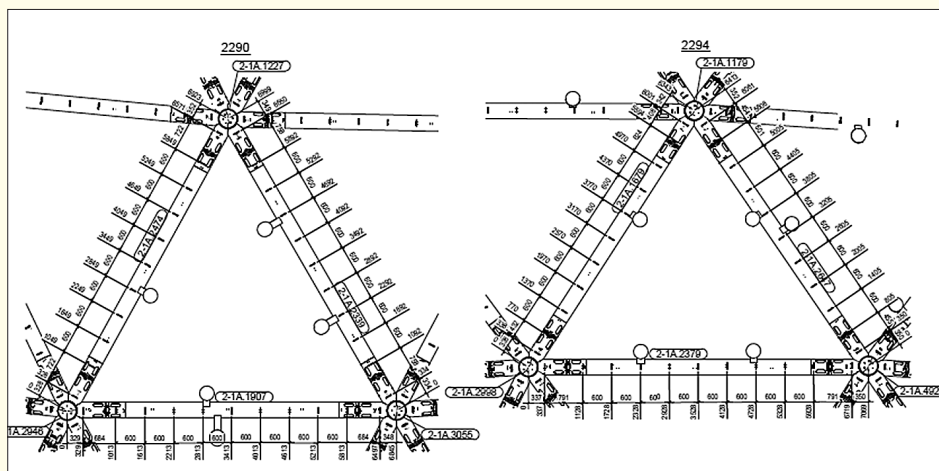


8. kép Előkészített csővégek a csillagokhoz



9. kép Előkészített csillagok az üzemben

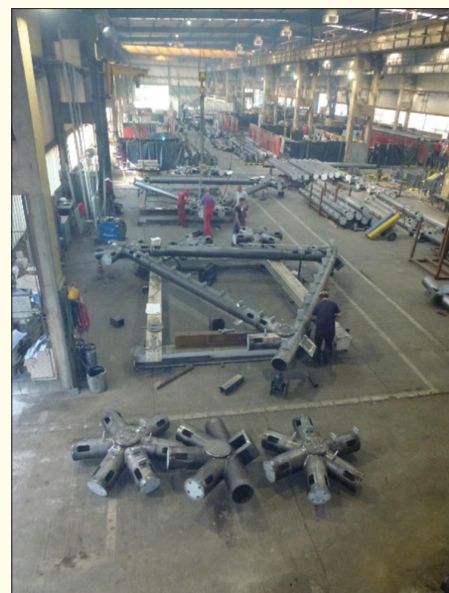
tők egymáshoz és/vagy a fogadószerkezethez (pl. vasbeton alap) a szerkezet elemei a megfelelő pozícióba.



10. kép Előszerelési rajz közbelső háromszögekre



11. kép 3D-s mérőeszköz a csillag alakú csomóponti elem közepén



12. kép Egy háromszög előszerelése az üzemben

A gyártáselőkészítés során az egy gyártmányhoz tartozó elemeket összegyűjtik és sorba rakják aszerint, hogy milyen sorrendben fognak következni. A szerelési sorrend tehát az Acélüzem rendelkezésére állt már a kezdetektől fogva, mert a szerkezet szerelésének kiszolgálása volt az elsődleges.

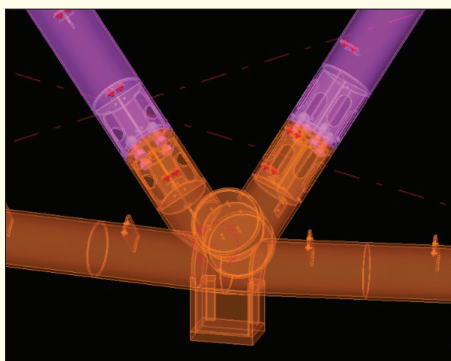
A gyártásról

A szerkezet gyártása márciustól kb. novemberig tartott. Mivel a szerkezet a jellegénél fogva különösen érzékeny volt a gyártási és építési pontatlanságokra, így „pluszos” eltérés nem volt megengedhető. Minuszos eltérés volt kívánatos, amelyet alátét (beilag) lemezekkel lehetett és kellett korrigálni. Ehhez ki kellett tapasztalni, hogy mennyivel kell kisebbre gyártani az egyes elemeket, hogy a végén a szerkezet pontosan összeálljon.

A gyártás folyamata a következő volt: elemek levágása, összeállítás, mérés, majd készre hegesztés és újra mérés. A mérést egy speciális, 3 dimenziós mérésre alkalmas, külön ehhez a projekthez vásárolt mérőeszközzel végeztük, amely referenciának az előzőekben említett, a gyártmány tervezőprogramból exportált modelljét használta.

A program az előre meghatározott tűrésértékek figyelembe vételével generált egy mérési lapot, amely a megvalósulási dokumentáció részét fogja képezni. A tűrésen felüli értékeket addig korrigálták a lakatos kollégák az összeállítás során, amíg az elfogadható nem lett.

A gyártmányok (rudak, csomópontok) elkészítése után következett a háromszögek próbaserelése. Ehhez minden háromszögről olyan tervet kellett készíteni, amelyen be van jelölve a há-



13. kép Talpcsomópont a 3D-s modellben



15. kép A minta acélszerkezete a telephelyen



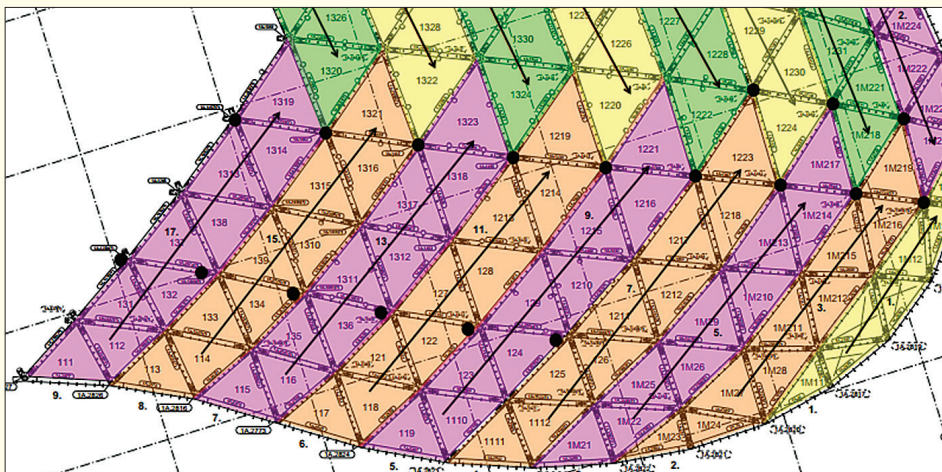
18. kép Előszerelési egység a darun



14. kép Talpcsomópont a helyszínen



16. kép A fólia próbaszerelése



17. kép Részlet a szereléstecnológiai tervből

romszögek oldalainak hálózati hossza, illetve a ponyvafogadó pengék távolsága a rudakon.

A próbaszerelés több szempontból is kulcsfontosságú volt. Először is az esetleges, korábban ki nem szűrt pontatlanságok korrekciója miatt, másodszor pedig ekkor lehetett a ponyvafogadó pengéket pontosan felhegeszteni, végül pedig a csomópontoknál (a csillagok lábai, illetve a rudak között) szükséges beilagolás mértékének meghatározása miatt.

A gyártmányok felületkezelése csak ezután volt elvégezhető.

A fóliaburkolatot fogadó pengék pontos pozíciójáról folyamatosan tölteni kellett egy táblázatot, amely alapján a fóliát gyártó társ-alvállalkozó el-

kezdhetette a fóliamezők gyártását. A munkánknak tehát nem csak a saját, illetve a Megrendelő szempontjaira kellett tekintettel lenni, hanem más társ-alvállalkozókra is.

A Megrendelő kérésére, a Műszaki ellenőr által végzett átadás-átvételi feladatok miatt, illetve a leendő üzemeltető (aki a Fővárosi Állat- és Növénykert lesz) munkájának megkönnyítésére a szerkezet csomópontjainak fenéklemezére időjárásálló, nyomtatott matricával feljelöltük a gyártmányszámokat. A megvalósulási dokumentáció (amelynek része lesz a gyártmánytervi csomag, illetve egy, gyártmányszámokkal ellátott hálózati rajz) alapján pontosan azonosítható a kérdéses csomópont vagy rúd.

A szerelésről

A helyszíni szerelés májustól decemberig tartott. Májusban kezdtük el elhelyezni a talpcsomópontokat, mivel az őket fogadó bebetonozandó szerelvényeket a vasbeton peremgerenda armatúrájával együtt kellett elhelyezni.

Telephelyünk udvarán 1:1 méretarányú modellkísérlet keretében megépítettük az 1. dóm első 3 háromszögét, amely alkalmas volt a gyártás és szerelés kipróbálására. A mintaszerkezetet a fóliaburkolatot készítő társ-alvállalkozó részére is hozzáférhetővé tettük, aki szintén kipróbálhatta a fóliaburkolat szerelésének kihívásait. A mintaszerkezetet a Megrendelő, a műszaki ellenőrök és az építész tervezők is megnézték, hogy képet kaphassanak róla.

A szerelés sorrendje sorban a dómok számozása szerint haladt: 1., 2., 3., majd a 4. dóm épült fel. A szereléstecnológiai sorrendet – mivel a félkész szerkezet állékonyasága statikai kérdés – megkaptuk a generál statikus tervezőtől, a szerkezet megépítéséhez szükséges állvány pozíciókkal együtt.

A generál statikustól kapott adat-szolgáltatás gyakorlatilag egy, a statikai méretező programból kinyert videót jelentett, az állványok adatlapjaival együtt. Ezt azonban még le kellett fordítani a helyszíni kollégák „nyelvére”, illetve jóvá kellett hagyatni a Megrendelővel is, a többi társ-alvállalkozó igényeinek figyelembe vételével. Olyan szereléstecnológiai terv született, amelyen a gyártmányok azonosítói mellett fel voltak tüntetve az alkalmazandó állványok építésének és bontásának időpontja, illetve az állványok munkagödör aljától mért magassága is.

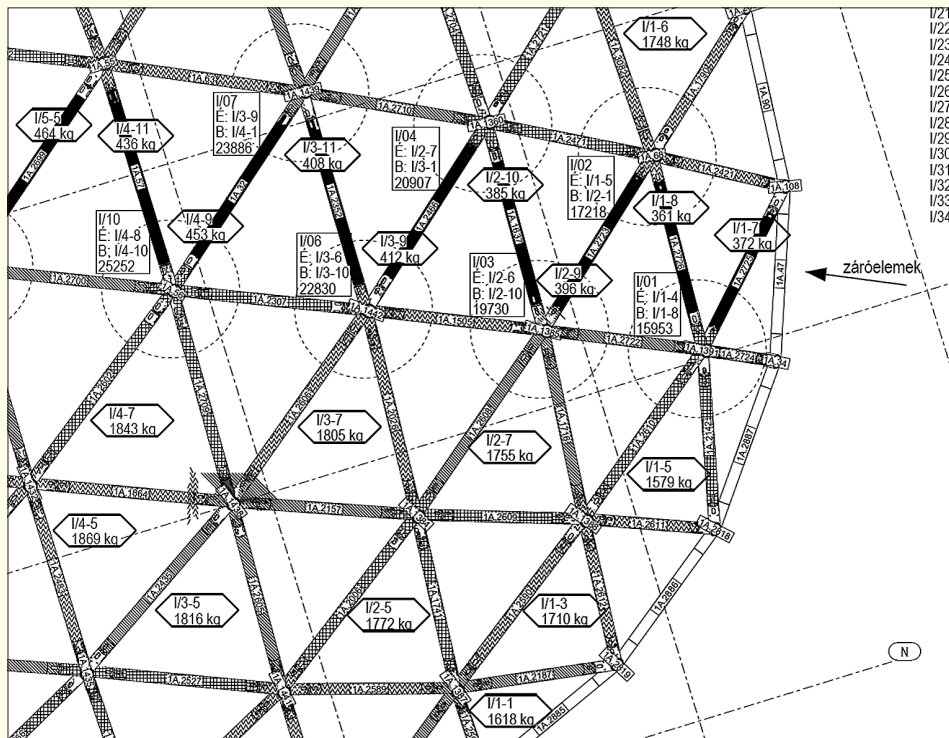
A szerelés lényege az volt, hogy a földön előszereltünk egy csomópontot a hozzá tartozó három rúddal. A vasbeton gerendába bebetonozott szerelvényhez rögzített talpcsomópontoktól elkezdve, két oldalról felfelé épült a szerkezet. Egy ív ha összezárt, akkor önmagában is állékony volt.

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

Az egy előszerelési egységhez tartozó gyártmányok a terven azonos sraffozással voltak ellátva, így az szemléletes volt. A daruzás miatt az előszerelési egységek súlya is szerepelt a terven. Szerepeltek továbbá az építendő állványokra vonatkozó adatok (építés, bontás időpontja, magasság).

A társ-állvállalkozók zavartatása miatt elsősorban nem az alkalmazandó állvány teherbírása, hanem az alapterülete és a magassága volt az elsődleges. Mivel ilyen állványt a PERI tudott biztosítani, így az ő rendszerük mellett döntöttünk.

A szereléshez a különféle méretű és teherbírású darukon és állványokon



20. kép Részlet a szereléstehnológiai tervből



19. kép Előszerelési egység helyére illesztése



22. kép A HYTORC szerszám

JELMAGYARÁZAT:

- III/01 állvány pozíció
- III/1-3 állvány építési pontja
- III/2-1 állvány bontásának időpontja
- III/2-2 alátámasztandó csp. központi (406 mm-es) átmérőjű cső
- III/1-1 szerelési egység
- III/2-1 Az egy szerelési egységbe tartozó gyártmányokat azonos sraffozással jelöl!
- III/2-2 záróelem színezése

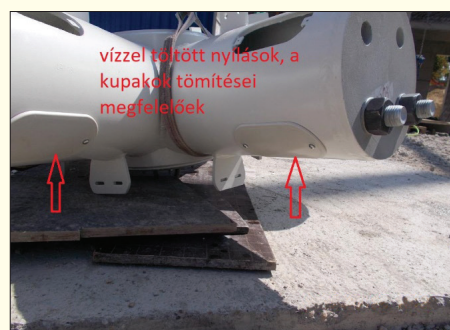
MEGJEGYZÉSEK:

- Minden VST tip. nehézállvány egy 1,25 m magas induló egységgel kezdődik, ez nincs feltüntetve a kombinációkban.
- Az állványok lehorgonyzását biztosító 4x4 db D15-ös DYWIDAG rudat 30 cm mélyen be kell fúrni és beragasztani a 4x4x0,5 m-es vb. alaplamezbe. Az állványt a ragasztó megszilárdulása után építhető tovább úgy, hogy fel kell állítani a nehézállvány 1,25 m magas indulóelemét, majd be kell színezni. Beszínelt állapotban alá kell önteni zsugorodásmentes habarccsal az állvány lábait. Az állvány lábait továbbá belül menetes tördőelemek segítségével meghosszabbított DYWIDAG rudakkal és az U szelvényű hevederekkel le kell horgonyozni.
- A VST nehézállvány ezután felépíthető a megfelelő kombinációban.
- A VST állvány letelezése az egyedi fogadókeret kerül, amelyre az UP FLEX állvány továbbépíthető.
- Minden UP FLEX tip. könnyűállvány egy 0,24 m magas indulóegységgel kezdődik, ez nincs feltüntetve a kombinációkban.
- Az UP FLEX könnyűállvány ezután a megfelelő kombinációban felépíthető.
- Az UP FLEX állványt húzásra is biztosítani kell a VST nehézállványhoz!
- Az UP FLEX állvány letelezése az egyedi hengeres alátámasztó elem kerül.
- Az állványok -10 - +230 cm állítási lehetőséget tesznek lehetővé. A negatív (lefelé történő) állítási lehetőséget csak az állvány bontásakor szabad kihasználni. Terhelt állvány nem emelhető a csavarosok segítségével!
- Az M36 méretű csavarokat nyomóerőre kell meghúzni. A nyomóerő értéke 1250 Nm. A meghúzás először az összes csavar esetében 850 Nm értékre kell elvégezni, majd ezután lehet a meghúzási nyomatékokat 1250 Nm értékre emelni.
- Az M36 méretű csavarok meghúzásának sorrendje átlós legyen!
- Az M64 ill. M12 méretű csavarokat kézi erővel kell meghúzni.
- Az M36 és M12 méretű csavaroknál biztosítványt is el kell helyezni.
- Az M64 csavarokat a vonatkozó TU szerint ragasztással kell rögzíteni.
- Az egyes állvány pozíciók kiválóan megfelelő teherbírási daruk.

ÁLLVÁNY KOMBINÁCIÓK:

Poz.	VST nehézállvány	UP FLEX könnyű állvány
III/01	2x5,25 m	1,50 m
III/02	1x10,25 m	3,00 m
III/03	2x5,25 m	5,50 m
III/04	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/05	1x5,25 m+1x10,25 m	3,50 m
III/06	1x5,25 m+1x10,25 m	2,00 m
III/07	1x5,25 m+1x10,25 m	4,50 m
III/08	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/09	2x10,25 m	1,50 m
III/10	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/11	2x5,25 m	2,00 m
III/12	3x5,25 m	5,50 m
III/13	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/14	2x10,25 m	2,50 m
III/15	3x5,25 m	2,00 m
III/16	2x5,25 m+1x10,25 m	2,50 m
III/17	1x5,25 m+1x10,25 m	4,50 m
III/18	2x10,25 m	4,00 m
III/19	1x5,25 m+1x10,25 m	2,50 m
III/20	1x10,25 m	2,50 m
III/21	3x5,25 m	2,50 m
III/22	2x10,25 m	3,00 m
III/23	2x10,25 m	4,00 m
III/24	3x5,25 m	2,00 m
III/25	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/26	2x10,25 m	2,50 m
III/27	2x10,25 m	4,00 m
III/28	1x5,25 m+1x10,25 m	3,00 m
III/29	3x5,25 m	1,50 m
III/30	2x10,25 m	3,00 m
III/31	2x10,25 m	1,50 m
III/32	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/33	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/34	2x10,25 m	1,50 m
III/35	1x5,25 m+1x10,25 m	5,50 m
III/36	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/37	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/38	1x5,25 m+1x10,25 m	5,50 m
III/39	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/40	2x5,25 m	6,00 m
III/41	1x5,25 m+1x10,25 m	2,00 m
III/42	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/43	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/44	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/45	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m

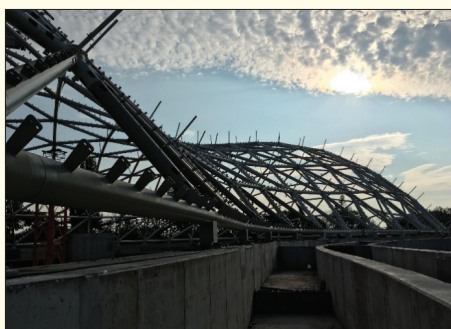
21. kép Részlet a szereléstehnológiai tervből



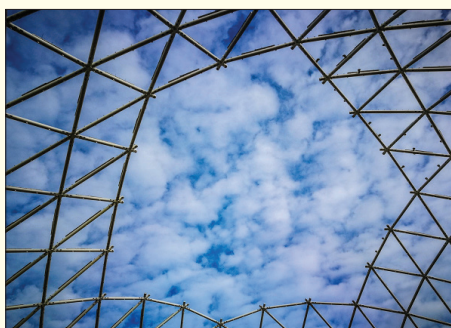
23. kép A műanyag kupak víztartási próbája



24. kép Így kezdődött minden...



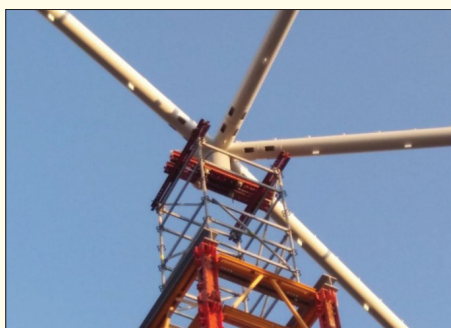
25. kép ...így folytatódott...



26. kép ...és így közeledett a végéhez



27. kép Az utolsó előtti egység



28. kép Kétféle PERI állványrendszer egyedi gyártású kiegészítésekkel

kívül egy hidraulikus meghúzó készüléket is beszereztünk, amely a keskeny szerelvényekben alkalmas volt a homloklemez csatlakozások nyomtérre húzására.

A szerelvényeket utólag egyedi, fröccsöntött, a meghatározott tűzvédelmi előírásoknak megfelelő



29. kép PERI állványok a Biodombban



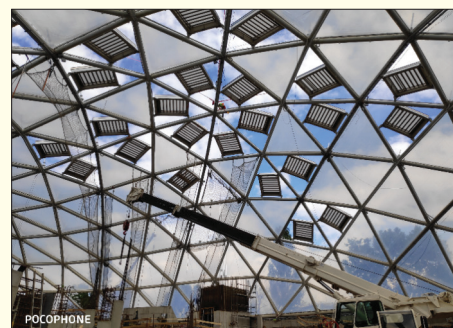
30. kép Kétféle PERI állványrendszer a 3. dombban

műanyagból készült „kupakkal” zártuk le, vízzáró tömítéssel ellátva. Körülbelül 22 000 db ilyen szerelvény volt, amihez az egész szerkezeten összesen kb. 45 000 db önfúró csavart használtunk fel.

Végül az előre meghatározott pozíciók rendszere „megbukott”, mert a szerkezet nagy része szabadszereléssel is megszerelhető volt; hiszen egy-egy ív, ha bezárult, akkor állékony volt. Továbbá a gyártási, ill. szerelési pontatlanságok – hiába voltak a szabványban meghatározott tűrés értékekben – olyan alakot eredményeztek, amely a generál statikus számításai szerint beavatkozás nélkül káros elmozdulásokhoz vezethetett. Harmadrészt pedig a szerelési sorrendet befolyásolta az, hogy mikor kapunk munkaterületet; illetve hogyan zavarhatjuk egymást a társ-alkalmazásokkal. Ezért utólagosan, más pozíciókban kellett állványokat elhelyezni ahelyett, hogy előre meg tudtuk



31. kép Az egyik kész dóm



32. kép Beszerelt szellőzőszaluk és fóliamezők

volna szerelni ezeket. Mindezek ellenére is csak minimális csúszásokat eredményezett a szerelésben a szereléstechológiába történt beavatkozás, amely egyébként az egész rendszer lelke volt.

A Biodom gyártása és szerelése igazi csapatmunka volt, amelyhez minden kollégám hozzátette a magáét. Olyan kihívás volt, ami inspirálta az egész csapatot, és a felmerülő akadályok csak még eltökéltebbé tették bennünket. Szükség is volt egy kis fanatizmusra, mert enélkül nem állt volna össze ez a rendkívüli szerkezet.

Díjak

International Property Awards – 2018. legjobb szabadidős épülete; illetve pályáztunk az építőipari mesterdíjra a Mesterdíj Alapítványnál.

Referenciák:

- <https://zoobudapest.com/pannon-park/pannon-park/megvalositas>
- a Pannon Park koncepciójáról és a Biodomról általánosságban
- A cikkben szereplő fényképeket a szerző illetve a kollégái készítették.

*Simonkay Veronika (Alukonstrukt Kft.)

TELJESÍTMÉNYTARTALÉK, MINT A TURBÓFELTÖLTŐNÉL

A szabadalmaztatott MicorBoost technológia segítségével az inverteres hegesztőgépek szinte ideális hegesztési jelleggörbékkel rendelkeznek, és úgy működnek, mint egy autó turbófeltöltője: a maximális teljesítmény egy kis tréfogatból alakul ki. Azáltal, hogy az áram külső zavaró tényezőit csökkentjük, jelentősen nagyobb feszültségtartalékok aktiválhatók.

A MicorBoost által elérhető teljesítmény plusz a következőt jelenti: a kevesebb az több - ez érvényes az eszközök súlyára és méretére, az áramfogyasztásra és a költségekre. Az egyedüli, amivel nem fukarkodunk, az a teljesítmény.



Kelet-Magyarország:
RECHNEN
Hegesztőház Kft.
Kisfaludy Karoly u
3528 Miskolc
T +36 46 432-866
F +36 46 431-360
rechnen@rechnen.hu
www.rechnen.hu



Közép-Magyarország:
HEINBO
Hegesztéstechnikai Kft.
József Attila u.56.
5000 Szolnok
T +36 70 578-7751
iroda@heinbo.hu
www.lorch-hungary.hu



Nyugat-Magyarország:
LrCH
Hegesztéstechnika Kft.
Lorch képviselő
T +36 20 266 0280
iroda@lrch.hu
www.lrch.hu

LORCH
smart welding

Forgács Péter*

Intelligens, az Ipar 4.0 feltételeihez igazodó XHT-01-es huzalelőtoló fejlesztése a FORTRANS Kft-nél

A FORTRANS Kft. nagy lépésre szánta el magát az Ipar 4.0 irányába, pályázati támogatással (KFI_16-1-2017-0319) nem csak mechanikai és erősáramú, hanem a digitalizálás igényeinek megfelelő elektronika fejlesztésébe kezdett, az MTA-SZTAKI bevonásával. A pályázat megvalósulása során elkészül egy javított, két-görgőpáros huzaltovábbító hajtás a szükséges szerszámozással, egy érintőképernyős, szinergikus huzaltoló vezérlés, valamint az univerzális kommunikációra képes adatgyűjtő modul.

A FORTRANS Kft. több évtizede foglalkozik sikeresen, hegesztés technológiai berendezések fejlesztésével, gyártásával, kereskedelmével és szervizelésével. A felhalmozott tudás és tapasztalat a rendszer integrálás irányába fordította a figyelmét, mivel az alapberendezések terén a távol-keleti iparral nem lehet felvenni a versenyt. Az integráláshoz viszont elengedhetetlen az Ipar 4.0 irányába a fejlesztési lépéseket megtenni. Az ilyen jellegű fejlesztések azonban nem lóghatnak a levegőben, ezért szükséges konkrét berendezésben elhelyezni és valós környezetben tesztelni. Az előtoló fejlesztése erre a célra megfelelő, mivel a mechanika kialakításában lehet versenyképes innovációt elérni, valamint szükséges az együttműködés a tápegységekkel, a robotvezérléssel és a minőség-biztosítás okán, a hegesztés folyamatát végig kísérő adatgyűjtéssel.

A toló mechanikai innovációja a nagyobb megbízhatóság érdekében

A MIG-MAG hegesztési eljáráshoz használt, úgynevezett védőgáz, fogyóelektródás ívhegesztő berendezésekben a hozaganyag továbbítására

különbé, többségében vezető hornyokkal ellátott, egy vagy több továbbító görgővel rendelkező huzaltovábbító mechanikát alkalmaznak.

Az olyan piacvezető gyártók, mint pl. Mechafin, Esab, vagy belföldön a Cooptim Kft. által készített huzaltoló mechanikákban a továbbító görgők forgatását a velük kényszerkapcsolatban lévő agyas kivitelű fogaskerekék biztosítják, melyek száma a továbbító görgők számával megegyezik. Az agyas fogaskerekbe teljes szélességben elhelyezett, kis siklócsapágy szorosan illeszkedik. A tengelyére szimmetrikusan, két feszítőhüvely van rögzítve az agy irányába. Ezek segítségével lehetséges a hajtott fogaskerek agyrészére helyezett, cserélhető, továbbító görgő pozicionálása, biztosítva a fogaskerékről a nyomaték átadását a továbbító görgőnek.

Ezeknél az egységeknél elsődlegesen meghibásodást okozó, a hozaganyagon található rézbevonat, mely a továbbító görgők, és nyomógörgők mozgásának hatására sérül, emiatt apró, porszerű szemcsék válnak le. Tekintettel arra, hogy a továbbító görgő a hegesztőhuzal alatt helyezkedik el, ez a rézpor a siklócsapágy, és tengelye közé jut. Így üzemszerű használat mellett is a rézpor, a csapágy meghibásodását eredményezi, és a huzaltoló egység működése megbízhatatlanná,

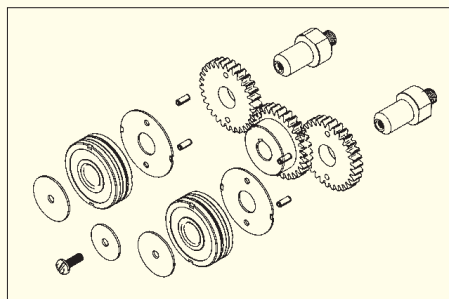
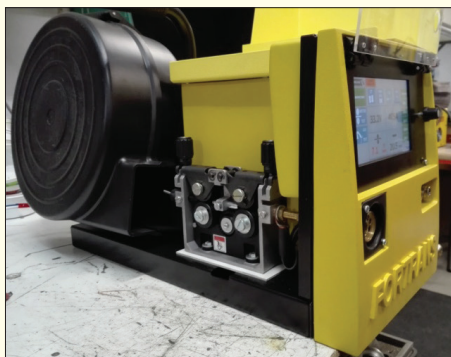
a huzaltovábbítás egyenetlenné válhat, a hegesztés minősége romlik.

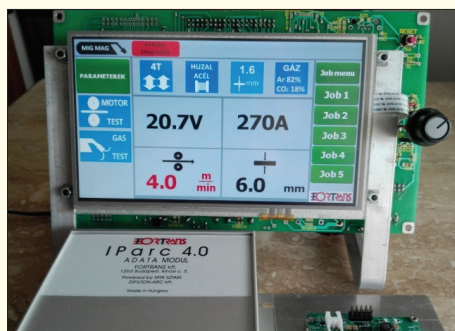
Az ismertetett problémák csökkenthetőek, amennyiben a siklócsapágy helyett porvédővel rendelkező gördülőcsapágyakkal szerelik a huzaltoló mechanikákat. Ez a módszer megoldást jelenthet a gyártási költségek csökkentésére is, továbbá a forgó alkatrészek élettartama is növelhető. Az olcsón beszerezhető 6301Z típusú csapágy mind méretében, mind műszaki paramétereiben teljesíti a huzaltoló mechanikákkal szemben támasztott követelményeket.

Ez a fajta gördülőcsapágy alkalmas arra, hogy külső gyűrűjének felületén a szükséges huzalvezető, és továbbító hornyok kialakításra kerüljenek. A hajtott fogaskerek forgását, két a csapágy oldalain erre a célra kialakított bemarással adja, egy préselt nyomatékátadó tárcsa közbeiktatásával. A kiválasztott gördülőcsapágy mindkét oldala gyárilag porvédővel van fedve, ezáltal méréselhető a rézpor, és a rézforgács bejutása a csapágyakba.

A vezérlés innovatív fejlesztése, célkitűzések

Az elektronika és az informatika mai fejlettsége mellett, már nem mérlegelendő a vezérlést végző processzor szükséges erőforrása, hiszen a nagy teljesítményű kontrollerek ára elenyésző részét képviseli. Azonban a szoftver fejlesztés





- a szoftverfejlesztés nyílt forráskódú alapokon történjen
- az Ipar 4.0 felé konvergáljon

költsége a legjelentősebb. Tehát az igényeket bőven felülmúló, és jó fejlesztői környezettel ellátott processzort/kontrollert kell alkalmazni. A kijelző és a kezelőszervek tekintetében a grafikus színes képernyő, valamint a paraméterező forgatógomb és az érintő képernyő az információ átadás és az ergonómia szempontjából a legmegfelelőbb, és tág lehetőséget ad a további fejlesztésekre. A huzaltoló vezérlésének még fontos feladata az egyenletes és finoman szabályozható huzaltovábbító hajtás megvalósítása. A vezérlésnek továbbá rendelkeznie kell adatcserére alkalmas csatlakozással, a hegesztési folyamat adatainak továbbítására, valamint a vezérlő paramétereinek letöltésére.

A fejlesztéshez az igen erős STM32-es ARM mikro-vezérlőt választottuk a 7"-os Riverdi érintő-képernyővel és a MikroElektronika fejlesztő-rendszerével. A fejlesztés néhány fázisában a MikroElektronika mikroBUS illesztőket befogadó, CLICKER2-es fejlesztő áramkört használtuk.

A vezérlő két részből áll: a képernyőt, a forgatógombot, a mikrokontrollert, a memóriákat és a soros csatlakozást tartalmazó központi-egységből, és a teljesítmény-érzékelő elektronikát befogadó hajtás panelből. A kettőt egy rövid szalagkábel köti össze.

Az adatgyűjtő-kommunikációs modul fejlesztése, célkitűzések

A modul kifejlesztésének főbb szempontjai:

- univerzális kommunikációra legyen képes mind hardver, mind szoftver tekintetében
- a vezérlőegységgel való kapcsolatban, hegesztési adatok átvételére és paraméterek átadására legyen képes
- a kommunikációs kapcsolatok erős zavarvédelemmel rendelkezzenek
- a modul felügyelete és konfigurálása WEB-es technológiával távolról történjen
- ipari, robusztus kivitelben készüljön, könnyen beépíthető módon

A célkitűzéseknek megfelelően a modult a Raspberry Pi 2-es modelljéből építettük fel, az adat és üzembiztonságot adó UPS rendszerrel kiegészítve. A szoftverfejlesztés rugalmasságát és az alapvető kommunikációs protollokat a Linux operációs-rendszer biztosítja. A mikroBUS alapú csatlakozók a változatos kommunikációs lehetőségeket teremtik meg. A megvalósuló XHT 01-es előtűlőban kap helyet az adatmodul, soros kapcsolattal a vezérlő felé. Feladata a beállított paraméterek és a hegesztés alatt mért értékek (Áram, Feszül-

ség, Hőmérséklet) továbbítása Wi-Fi hálózaton keresztül a központi tároló felé, lehetővé téve az adatok későbbi kiértékelését. A rendszer lehetőséget biztosít a vezérlő szinergikus paraméter tömbjének letöltésére a központi tároló felől.

A további fejlesztések során a modul felhasználásával lehetőség van az intelligens tápegységekkel való kapcsolat megvalósítására, az adatszolgáltatás mellett. Az adat modult egyszerű tápegységekbe elhelyezve, azokat okossá és távvezérelté tehetjük.

*Forgács Péter, Fortrans KFT.

Tájékoztatás

Felhívjuk a **2014. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

2019. 12. 31.

A tanúsítványok meghosszabbításához az MSZ EN ISO 7912 10. pontja szerint az alábbiak szükségesek:

★

folyamatos munkavégzés igazolása,

★

az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN ISO 9712 szerint (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szöveg olvasását, valamint színlátása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Ishihara:

Test for colourblindness – gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos – könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges,

★

régi tanúsítvány megküldése.

★

A szükséges dokumentumokat a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés részére szíveskedjenek megküldeni (1148 Budapest, Fogarasi út 10–14).



**Fejlessze hegesztési
folyamatait, csökkentse
költségeit és takarítson
meg munkaidőt a Messer
gázkeverékeivel!**

TÖLTSE LE HEGESZTÉSI ISMERTETŐNKET VAGY

KÉRJE HEGESZTÉSI BEMUTATÓNKAT!

www.messer.hu/hegesztesi-vedogazok

MESSER 
Gases for Life

CSAPHEGESZTÉS

- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok:

Ismétlési pontosság: 0,2 mm

Hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc

Adagolás: kézi/automata

Asztalméret: 700x600-tól 2500x1700 mm-ig

Extra kiegészítők:

- Lézeres pozíció meghatározás
- Minőségbiztosítási modul
- Internetes távfelügyeleti modul
- Felületnedvesítő
- Pneumatikus lemezleszorító
- Adatimportáló modul



Qualiweld
Welding & Trade Kft.

H-8800 Nagykanizsa, Camping út 0404/1 hrsz.
Tel.: +36 93/519-018 • Fax: +36/93/519-017
E-mail: info@qualiweld.hu • www.qualiweld.hu

Biró Tamás*

Robothegeesztés a darugyártásban

Bevezetés

Napjainkban a gépgyártásban is egyre nagyobb teret hódít az egyes műveletek gépesítése. A számítástechnika rohamos fejlődésével egyidejűleg az ipari robotok és ezen belül a hegesztőrobotok is hatalmas fejlődésen estek át. A robottal történő hegesztésnek számos előnye van a hagyományos manuális vagy esetleg a félig gépesített hegesztésekkel szemben. A robothegeesztés sok előnyös tulajdonsága mellett azonban kihívások elé is állítja azon vállalatokat, akik a korábban manuálisan hegesztett alkatrészeket robottal kívánják a továbbiakban hegesztetni. Nem volt ez másképp a TLC Kft-nél sem, ahol mintegy 5 évvel ezelőtt született meg a döntés az első robot beszerzéséről. Az elmúlt időszakban egyre több termék manuális hegesztését váltotta fel robothegeesztés, illetve további robot beruházások következnek a közel jövőben is.

A TLC Kft jogelődje a Balatonfüredi Hajógyár több mint 1 évszázados múltjára tekint vissza. A közel 140 év alatt a kezdetben gyártott fa hajókat egyre inkább az acélszerkezetű hajók váltották fel. A rendszerváltás előtti években a hajókészítés háttérbe szorult, így egyre inkább más acélszerkezetek gyártását kellett vállalnia a nagy múltú hajó-

gyárnak. Gyártottak markoló kanalak, bányatámaszokat, több úszódaru alkatrészt és más egyéb nehéz ipari gépek acélszerkezeteit. A rendszerváltást követően a német Sennebogen család vállalkozás vásárolta meg az egykori hajógyárat, ezzel a Termelés Logis-
tic Centrum Kft (TLC Kft.) O&K valamint Sennebogen anyagmozgató gépek acélszerkezeteinek gyártásával kezdte meg a tevékenységét Balatonfüreden. A Sennebogen vállalatot id. Eric Sennebogen alapította 1952-ben. A vállalat kezdetben mezőgazdasági átrakógepeket fejlesztett és gyártott, majd később anyagmozgató gép termékcsaládjával vált a világ minden kontinensén ismertté. Az 1. ábra a 2000-es évek Sennebogen fő termékpalettáját mutatja.

A TLC Kft jelenlegi fő megrendelője az anyavállalat, amelynek szinte valamennyi gépcsaládjához fő acélszerkezeti részegységek gyártását végzi. A TLC Kft nem csak az anyavállalat gépeinek részegységeit gyártja, hanem Wacker Neuson vállalatcsoport stratégiai beszállító partnereként teleszkópos rakodógépek teleszkóp gémpárjait és alvázait is évek óta magas minőségben és nagy darabszámban gyártja Balatonfüreden.

Hegesztett acélszerkezetek gyártó vállalatként a fő gyártási tevékenység ter-

mészetesen a hegesztés. A tulajdonosok már évekkel ezelőtt célul tűzték ki a manuális hegesztés leváltását félig vagy teljesen gépesített hegesztésre ahol csak lehetséges. A továbbiakban csak a robottal végzett hegesztési varratok kerülnek részletes áttekintésre. Az áttekintés célja, hogy bepillantást engedjen abba, hogy a darugyártás során milyen nehézségekkel kell szembenéznie azoknak, akik gépesíteni szeretnék a hegesztési tevékenységeiket.

Forgózsámoly karima hegesztése

Mobil daruk egyik legnagyobb igénybevételelű hegesztési varrata a forgózsámoly karima varrata, amely varrat a darugém teljes terhelését adja át a felső kocsi az alsókocsi alvázára.

A karimavarrat nagy igénybevételelre tekintettel a megrendelő ragaszkodik a robottal történő hegesztéshez. A he-



1. ábra: „Minden feladatra a megfelelő gépet” – 2000-es évek termékpalettája [1]



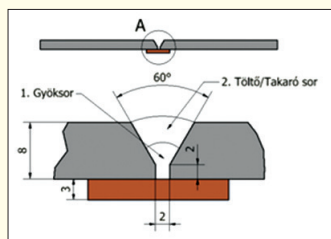
2. ábra. Forgózsámoly karima robothegeesztése



3. ábra: Folytonossági hiba – melegrepedés a varratban



5. ábra: Teleszkópos rakodógép – teleszkóp hosszvarrat



4. ábra: Karimavarrat



6. ábra: Teleszkópos gép robothegeztése

gesztett alkatrésznek a varratra vonatkozó magas minőségi követelményen felül még komoly geometriai feltételeket kell kielégítenie. Nevezetesen a felhegesztett karima síklapúsági eltérése maximum 0,5 mm lehet. Ezen szigorú követelményből adódik, hogy lehetőleg minél kisebb hőbevitellel kell a hegesztési varratot kivitelezni. A varrat kivitelezése nagy technológiai fegyelmet kíván, mivel az esetleges utólagos hegesztéssel történő javítás esetén már nagy valószínűséggel nem teljesül az előbb említett síklapúsági követelmény. A varratra vonatkozó előírások:

- teljes keresztmetszetben áthegesztett aszimmetrikus 25 mm-es „K”-varrat
- bemetszés mentes átmenet a varratkorona és az alapanyag között
- max. 2mm-es varratdudor magasság az alapanyag síkjától mérve
- 100% Ultrahangos anyagvizsgálat
- DIN EN ISO 5817 B osztály
- S355J2+N alapanyag, G4Si1 tömör hegesztőanyag, 135-ös hegesztési eljárás

A megrendelő által előírt varrat élkialakítását némileg módosítani kellett, hogy a viszonylag nagyméretű robot hegesztőpisztoly dőlésszögét a megfelelő módon be lehessen állítani. Továbbá az előírt illesztési hézagot el kellett hagyni, ezáltal hézag nélkül kell az alkatrészeket illeszteni. A hézag nélküli illesztés nagyobb hőbevitelt kíván a megfelelő beolvadás elérése céljából. Viszont nagyon nehéz-

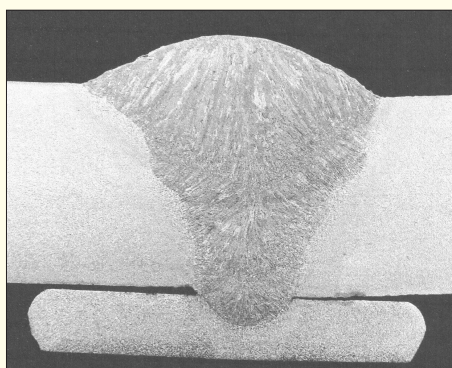
kes lenne egyenletes illesztési hézagot tartani a hegesztés során, mivel a már meghegesztett varratsor a dermedés során zsugorodik, és ezzel igyekszik csökkenteni az illesztési hézagot. A varrat kivitelezése a 2. ábrán látható 7 tengelyes tandem hegesztési eljárásra alkalmas robottal történik, miközben a munkadarab egy robottal vezérelt 2 tengelyes forgató berendezésben kerül pozicionálásra. A tandem eljárás azért került kiválasztásra, mert a hagyományos egy (tömör) huzalos hegesztéshez képest a fajlagos hőbevitel a tandem eljárásnál kisebb, és ezzel egyidejűleg viszont a leolvadási teljesítmény jelentősen nagyobb. A hegesztés során a legtöbb problémát az első varratsor (gyöksor) kivitelezése okozza. Az már a próbahegesztések során kiderült, hogy tandem eljárás nem igazán alkalmas tompavarrat gyöksorának hegesztésére, ha a megfelelő gyöktámaszra nincs lehetőség. Emiatt ezt a varratsort a továbbiakban egy huzallal impulzus üzemből hegesztettük. Az impulzus üzemi egy huzalos hegesztés során már elérhető a megfelelő beolvadás a varratsor átszakadása nélkül. Azonban a későbbi varratsorok elkészítését követően melegrepedést mutatott az ultrahangos anyagvizsgálat. A folytonossági hiányt okozó repedés a 3. ábrán látható.

A repedés kiküszöbölésére több módszer is ismeretes a szakirodalom

szerint [2]. Jelen esetben a hegesztőanyag a vevői előírás alapján nem módosítható, illetve az alkalmazott hegesztés előtti előmelegítés módosításával sem szűnt meg a repedés. A hegesztési paraméterek módosítása tűnt kézenfekvő megoldásnak. A tapasztalatok alapján a gyöksor hegesztési hőbevitelének 17KJ/cm alá való csökkentésével, megszüntethető volt a repedés keletkezése, azonban a 15KJ/cm alatti hőbevitelnél már a kötéshiba veszélye nőtt meg. Így ezen értékek között tartva a szakaszenergiát már megfelelő a varrat beolvadása, de már nem lép fel kristályosodási repedés. A többi varratsor már hegeszthető tandem eljárással ügyelve az előírt varratdudor magasságra és a bemetszés mentes varrat-alapanyag átmenetre. A töltő és takaró varratsorok már nem kritikusak a szakaszenergia szempontjából. A 4. ábra a készre hegesztett karima varratot mutatja.

Teleszkópos darugém robothegeztése

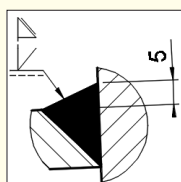
A mezőgazdaságban és az építőiparban elterjedtek a teleszkópos kivitelű rakodók, amelyek többnyire 3–5tonna tömeget emelnek 7–9méter magasságig. Az egymásban csúszó teleszkópos gémtestek a legtöbb esetben 2db hajlítót „U”-alakú szelvényből összehegesztve készülnek. Ebben az esetben



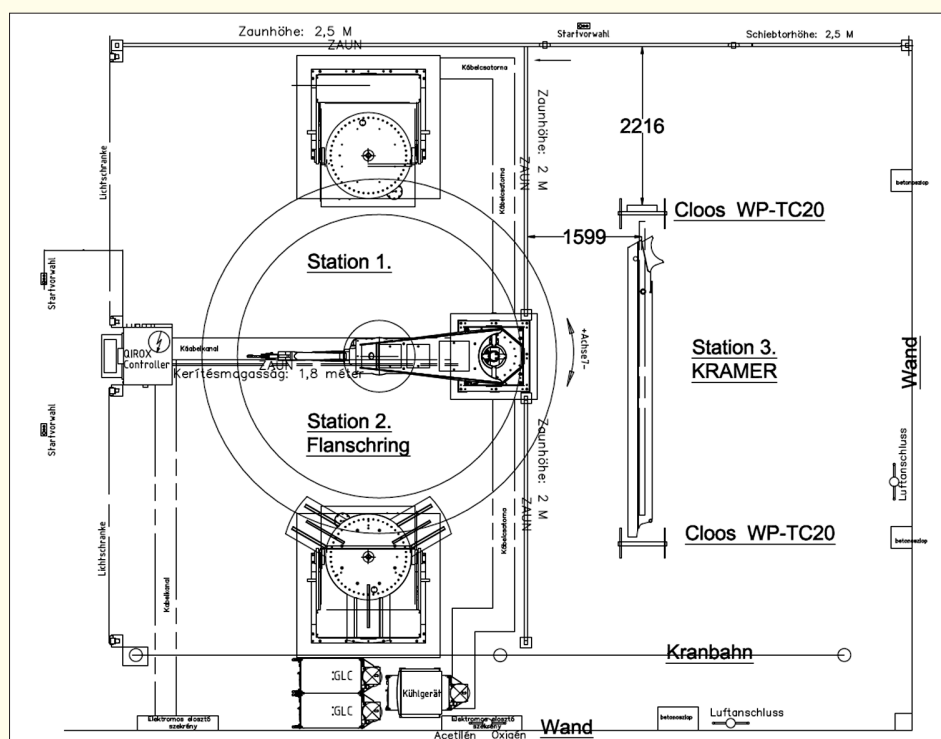
7. ábra. Robotvarrat makrofelvétel



9. ábra. Sennebogen anyagátrakó gép



10. ábra. Darugém hosszvarrat kialakítás



8. ábra. Három munkahelyes robotcella

a hegesztési varratok a hajlító igénybevétel szempontjából semleges tartományban találhatóak. Az 5. ábra mutat egy tipikus teleszkópos rakodógépet és a vizsgálat tárgyát képező gémm hosszvarrat élelőkészítését. A varrat a jellemzői alapján robothegesztésre tipikusan alkalmas. A varratra vonatkozó előírások:

- teljes átolvadású „V”-varrat beolvadó gyöktámasszal
- 100% vizuális vizsgálat
- DIN EN ISO 5817 C osztály
- S500MC alapanyag

Ennél a varratnál is igaz, hogy az első varratsort nem tudtuk tandem eljárással megbízhatóan stabilan hegesztetni, viszont egy huzallal hegesztve nem jelent problémát. Tandem eljárás esetén a szakaszenérgiát lehet alacsony értéken tartani, amely előnyös. Viszont olyan mértékű a beolvadás, hogy a 3mm vastag gyöktámasz jellemzően átolvad a hegesztés során. Anyagvastagságtól függően összesen 2 vagy 3 varratsorból lehet megfelelően kivitelezni a teljes varratot. A töltő illetve takaró varratsorokat már célszerű tandem eljárással hegesztetni a leolvadási teljesítmény és ezzel együtt a termelékenység növelése céljából. A 6. ábra mutatja a teleszkópos darugém robothegesztését, a 7. ábra pedig ennek a varratnak a makrofelvételét.

A robot megegyezik a korábban bemutatott forgószámló karima hegesz-

tését végző robottal. Viszont a robotcella kialakítása lehetővé teszi, hogy a „C” állvány körül (7-es tengely) elfordulva 3db munkahelyet tud egyetlen robot kiszolgálni. Ezzel a megoldással jelentősen lecsökkenthetők az állásidők. A 8. ábra mutatja ezt az elrendezést.

A tapasztalatok alapján a tandem eljárással hegesztett varratsoroknál gyakorlatilag újra átolvad az előzőleg hegesztett varratsor. Ez megmagyarázza azt a további tapasztalatot, hogy tandem eljárás nem igazán alkalmas tompavarrat gyöksorának hegesztésére. A teleszkópos darugém hosszvarratának robothegesztése során a legnagyobb problémát a változó illesztési hézag jelenti. A termék jellegéből adódóan, az összeállítás során a teleszkóp gémtest geometriai méreteit kell elsősorban szem előtt tartani. Vagyis a varrat illesztési hézaga egy kiadódó méret, amit elsősorban az előgyártott hajlított félprofilok méretszórása befolyásol. Szerencsére van megoldása a robotgyártóknak erre a problémára. Többek között egy On-line lézerekamera intelligens megoldást jelent egy ilyen változó illesztési hézaggal összeállított varrat robothegesztésére.

Anyagátrakó darugém robothegesztése

A Sennebogen vállalat legjellemzőbb és legnagyobb darabszámban gyártott géptípusa a mobil anyagátrakó gépek

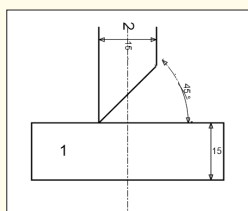
családja, amelyek szekrényes kialakítású darugémekkel végzik az anyagmozgatást. A 9. ábra mutat egy ilyen tipikus rakodógépet. Könnyen belátható, hogy egyik legnagyobb igénybevételű alkatrész egy ilyen gép esetén a darugém, amelyek igénybevétele összetett. Sok esetben dinamikus többtengelyű feszültségek ébrednek csaknem a teljes gémszerkezetben. Ennek megfelelően a hegesztési varratokkal szembeni követelmények is nagyon magasak. A gémtest valamennyi hossz-, és keresztvarratai és agyvarratai teljes átolvadású tompavarratok, amelyek 100%-ban ultrahangos anyagvizsgálattal és esetenként mágneses repedésvizsgálattal vizsgáltak. Ezen varratok mindegyikére előírt a bemetszés mentes kivitelezés, a kritikusabb varratoknál a koronavarrat és a mellette lévő alapanyag össze-csiszolása. A 10. ábra egy egyoldalról hegesztett „T”-kötésű 1/2V varratot mutat, amely egy tipikus hosszvarrat kialakítás. Ennek a hosszvarratnak a robotos hegesztését részletezzük a továbbiakban.

A TLC Kft darugémek hegesztésére alkalmas robotrendszerét a 11. ábra mutatja. Ez az utazópályás kétrobotos berendezés max. 11 méter hosszú és max. 6 tonna tömegű darugém hegesztését tudja végezni egyidejűleg kettő tandem felszereltségű robottal.

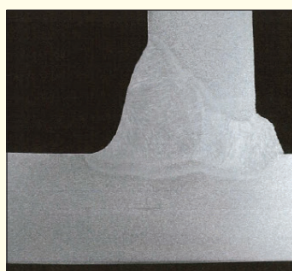
A robottal hegesztett hosszvarratokra az alábbi előírások vonatkoznak:



11. ábra. Darugém hegesztő robotrendszer



12. ábra. Varrat összeállítás



13. ábra. Robothegeesztett varrat makrosziszolata



14. ábra. Repedés a varratban

- teljes keresztmetszetben áthegeztett „T”-kötéses 1/2V varrat
- bemetszés mentes menet a varratkorona és az alapanyag között
- 100% ultrahangos anyagvizsgálat
- DIN EN ISO 5817 B osztály
- S355J2+N alapanyag, G4Si1 tömör hegesztőanyag, 135-ös hegesztési eljárás

Gyakorlati szakemberek jól tudják, hogy ez a varratkialakítás még a manuálisan végzett hegesztési eljárás során is kihívásokat tartogat. Normál esetben a megbízható átolvadást megfelelő illesztési hézag esetén lehet elérni. Azonban nem könnyű megvalósítani, hogy egy ilyen méretű szerkezetnél bármilyen módszerrel is állandó illesztési hézagot tartsunk a hegesztés során. Emiatt az illesztési hézag nélküli kivitelezés mellett döntöttünk. Ebben az esetben lehetőleg szűk ívvel és elegendően nagy áramerősséggel kell a varrat gyöksorát hegeszteni, hogy a megfelelő beolvadás biztonsággal megtörténjen, és az ultrahangos anyagvizsgálat ne mutasson nem megengedhető mértékű indikációt. A gyöksort célszerű haránt (PC) pozícióban kivitelezni, hogy az esetleges illesztési hézag esetén az átszakadó ömledék ne cseppenjen le. Ezen varrat robottal való hegesztése még inkább nehézkes, mivel a megfelelő pisztolypevezetéshez szükséges az ívszenzor használata. Viszont az ívszenzor megfelelő működéséhez szükséges a hegesztőpisztolyt a haladási irányra merőlegesen lengetni. A lengetés miatt a hegesztőív már nem lesz olyan koncentrált, mint amit ez a kötés kialakítás megkívánna. A fentiek ellenére azonban mégis megoldható ezen varrat megfelelő kivitelezése robottal. A további varratsorokat természetesen már lehet vályú helyzetben (PA) hegeszteni, hogy ki lehessen használni a tandem eljárás nagy leolvadási teljesítményét. A 12–13 ábrák az előbb részletezett varrat

kialakítását és a robothegeesztett kötés makrosziszolatát mutatják.

Az előzőekben már részleteztük, hogy a tompavarratok gyökhegesztését csak egyhuzalos eljárással tudtuk megbízhatóan elvégezni. Ezen hosszvarratnál sincs ez másként. Azonban az MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány előírásai alapján jóváhagyott technológia nem garantálta a megfelelő kötést. A szabványos körülmények között hegesztett munkapróbát másként viselkedik, mint a valós szerkezet. A karimahegesztéshez hasonlóan itt is repedések jelentek meg a gyöksorban (14. ábra). A repedés elkerülésére itt is a hőbevitel csökkentése jelentette a megoldást. Azonban a hőbevitel csökkentése már magával hordozza az esetleges átolvadási hiány kockázatát. Itt is 15–17 KJ/cm szakaszenergia mutatkozott megfelelőnek. Ezen érték alatt kötésihiba maradhat a varratban, felette viszont már fennáll a repedésveszély.

A 15. ábrán a darugém robottal hegesztett hosszvarratának gyök oldali átolvadását mutatja. Mivel zártsekrényes szerkezetről van szó, ezért ilyen felvételt csak endoszkóppal lehet készíteni. Ugyanennek a varratnak a korona oldalát mutatja a 16. ábra.

Összefoglalás:

A darugyártásban is egyre nagyobb teret nyer a robottal végzett hegesztés, azonban számos feladattal kell megbirkózni ezen technológiák bevezetésénél. Jól látható, hogy már a termék tervezési szakaszában szem előtt kell tartania a konstruktőrnek azon szempontokat, amelyekkel lehetővé tudja tenni egy adott varrat robottal történő hegesztését. Az itt megvizsgált 3 termék közül a teleszkóp gép varratán kívül a másik két robottal hegesztett varrat nem nevezhető „robotbarát kialakításnak”, ezzel jelentősen megnehezítve a gyártó feladatát. A robottal végzett hegesztés esetén még inkább előtérbe kerül a veszteség idő



15. ábra. Gyökoldali átolvadás



16. ábra. Koronaoldali varratkép

csökkentése. Amennyiben van rá lehetőség, akkor célszerű több munkahelyes robotcellát kialakítani, hogy miközben az egyik munkahelyen a robot hegeszt, a másik munkahelyen elő lehessen készíteni a következő munkadarabot. Nagyméretű alkatrészeknél az alkatrészek csereideje is jelentős veszteségeket okoz. A 8. ábrán látható három munkahelyes robot kialakítás a csereidők szempontjából eléggé előnyösnek tekinthető. Megvizsgálva a többi konkurens gyártó által gyártott gépalkatrészeket, kijelenthetjük, hogy rövidtávon még nem várható, hogy a darugyártásban teljes egészében kiválja a manuális hegesztést a robothegeztés. Még többnyire a nagy darabszámú (közel egyforma) alkatrészeket hegesztik robottal. [3]

[1] <https://www.sennebogen.com/en.html>

[2] Dr. Gáti József – Hegesztési Zsebkönyv, 2003

[3] Biró Tamás – Robothegeztés a darugyártásban CLOOS – ÓE Bánki Kar jubileumi szimpózium 2019

*Biró Tamás TLC Kft., C-EWE/C-IWE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITESHARK.HU





YASKAWA

Kompakt robothegesztő
cellák széles méretválasztékban:
kis- és közepes méretű
munkadarabokhoz.

- Kis helyigény
- Gyors és egyszerű telepíthetőség,
és áthelyezhetőség
- Esztétikus kivitel
- Kedvező ár, rövid szállítási határidő



Nagyméretű, utazópályás,

- kis helyigényű megoldások
- nagyméretű, akár komplex
munkadarabokhoz is.



FLEXMAN
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft. | 1173 Budapest, Összekötő u.1.
+36 1 256 2281 | facebook.com/FlexmanRobotics/



Dr. Farkas Attila*

A robothegesztés tervezése a hegesztési felelős szemszögéből

A minőségi és termelékenységi elvárások, a megbízhatóság iránti igény mellett Magyarországon a hegesztés robotosítását a munkaerőhiány is jelentős mértékben motiválja. Ennek megfelelően egyre több cég lép napjainkban a hegesztés robotosításának útjára. A beruházási folyamat döntéselőkészítésében, a műszaki előkészítésben a hegesztési felelősnek komoly szerepe és felelőssége is van. Annak ellenére, hogy a tapasztalatok szerint számos esetben éppen a saját tudás és tapasztalatok hiányában az egész (főleg első) robotosítási folyamatot egyes cégek igyekeznek kulcsra készre rendelni, a sikeres megvalósításnak ez még egyáltalán nem lesz záloga, bármilyen túlbiztosított szerződést is igyekszik a megrendelő kötni.

Ha pedig mégis rosszul sülne el a beruházás, akkor minden esetben a megrendelő szenved el a nagyobb kárt. Ha hozzátesszük, hogy a felkészültség szállító oldalról is erősen változó lehet, és sajnos a betanult marketing szövegek mellett van, hogy nincs megalapozott szakmai tudás és saját tapasztalat. Ezért különösen fontos, hogy a hegesztési felelős tisztában legyen minden olyan alapvető ismerettel, melyek a beruházás sikerességét objektív ismeretanyaggal megalapozzák. A következőkben ehhez kívánunk segítséget nyújtani, néhány támpont megadásával. Természetesen részletesen nem tudunk itt mindenre kitérni, de a főbb területeket igyekszünk összefoglalni a saját több évtizedes gyakorlat és tapasztalatok, valamint a technika legújabb lehetőségeinek figyelembevételével.

A robotcella/rendszer felépítésének meghatározása

Ez alapvetően a szállító feladata, mert ő rendelkezik az ehhez szükséges modellező szoftverrel, mellyel a munkadarab méreteihez, a varratok elhelyezkedésének, típusának és a hozzáférhetőség figyelembevételével meg lehet tervezni, hogy milyen elemekből (robot/robotok típusa, perifériás egységek, pozicionáló berendezések típusa, száma) álljon a robotcella.

A készülékezés

A hegesztőrobot készülék a robotcella felépítésének szerkesztő része, az az önálló és általában cserélhető része a robotcellának, mely illeszkedve az azt magába fogadó forgató berendezéshez vagy asztalhoz végzi a munkadarab megfelelő tájolását, rögzítését, és amennyiben az szükséges, a hegesztés hője hatására bekövetkező deformációk megakadályozását vagy kézbentartását. Mivel ez a robotcellának mindig a munkadarabhoz igazodó egyedi tervezésű és gyártású része, ennek tervezése és gyártása nagy szakértelmet, tapasztalatokat igényel, és sok esetben igényelhet módosítást, de minimum finombeállításokat a nullszéria hegesztése során. Mivel a gyártás során is lehetnek fellépő eltérések, melyek legtöbb esetben az előgyártásból, az alapanyag, félgyártmány minőségének szórásából adódhatnak, a készülék finombeállításának feladata hosszabb távon a megrendelő, éppen ezért ezt már a nullszériánál is célszerűen neki kell végezni, a szállító szükséges mértékű támogatásával.

A készülék kialakítása tekintetében két fő irány a jellemző

Nagyméretű munkadarabok esetén a robotkészülék viszonylag egyszerű tájoló készülék, melybe az előzetesen összefűzött munkadarabot helyezzük be. Ez esetben nagy figyelmet kell fordítani a pontos összeállításra, a fűzővarratok elhelyezésére, méretére. A sikeres robothegesztés jól tervezett fűzőkészüléket és a kézi fűzéssel fegyelmetten tartott fűzési tervet igényel.

Kisebb méretű munkadarabok esetén az egymáshoz hegeszteni kívánt részegységeket hegesztés előtt a készülék szorító elemei rögzítik. Ezek a rögzítő elemek lehetnek kézi vagy gépi működtetésűek. A kiszolgálás hatékonysága automatikus működtetésű szorító elemekkel javítható. A készülék a minőségirányítás rendszerben betöltött szerepe alapján tartalmazhat különböző érzékelőket, PLC-vel végzett irányítást, felügyeletet. Ilyen típusú készülékeknél a készüléket tartó forgató berendezésnek (megfelelő számú hagyományos digitális csatornával vagy busz rendszerű kommunikációt lehetővé tevő) jelátvivő elemekkel kell rendelkeznie.

Az előgyártás minősége, pontossága

Az előgyártás minősége, pontossága a készülékezés minőségével együtt meghatározó a technikailag sikeres robothegesztés szempontjából. Az előkészítés minél nagyobb arányban készül gépesített és nagy pontosságú eljárásokkal, annál egyszerűbb feladat lesz technikailag a robothegesztés minőségileg magas szintű végzése. Viszont minél több kézi elemet tartalmaz az előkészítés, annál több bizonytalanságot viszünk be a folyamatba, mely a következő pontban bemutatásra kerülő technikák alkalmazását teheti szükségessé, de szélsőséges esetben akár meg is hiúsíthatja az eredményes robothegesztést. Ez lehet csak bizonyos hegesztési varratoknál, (ilyenkor egyszerűbb a helyzet, mert erre többnyire lehet még gazdaságos megoldást találni,) ha azonban ez a hegesztendő varratok többségére jellemző, akkor valóban akár az egész munkadarab robotos hegesztése válhat eredménytelené.

A cél az, hogy az előgyártás pontosságát, megbízhatóságát lehessen a lehető legmagasabb szinten biztosítani, hogy a robothegesztés minél kevesebb mesterséges intelligenciát igénylő beavatkozást tegyen szükségessé.

Ezekben a kérdésekben a hegesztési felelős megfelelő hatáskörrel történő beleszólása az előgyártás mikéntjébe döntő jelentőségű.

A robot adaptivitása, intelligens képességei

Amennyiben az előgyártás tűréseinek szűkítésével, a gyártási pontosság növelésével nem biztosítható a varratok és a hegesztő robot kölcsönös helyzetének az a megfelelő pontossága, melyet az adott hegesztési varrat megkövetel, akkor szükséges a robot mozgáspályájának adaptív, a tényleges munkadarab helyzetének, élőkészítésnek megfelelő módosítására. Ehhez a robotokhoz rendelkezésre állnak különböző opciósan megvásárolható szenzorok. Ezek a szenzorok a mesterséges intelligencia fogalomköre szerinti ágens képességgel ruházzák a

robotokat. Ezek egyik lehetséges csoportosítása szerint feloszthatók on-line és off-line működésű szenzorokra. Az on-line szenzorok hegesztés közben képesek pályakorrekciót biztosítani a robot számára, az off-line szenzorok a hegesztés megkezdése előtt keresőmozgásokkal határozzák a munkadarab tényleges helyzetét, és alkalmasak munkaprogramok, azok egy részének vagy egyes mozgáspontok, akár csak a hegesztési varrat kezdőpontjának tényleges helyzetbe történő módosítására. Konkrét kivitelüket tekintve az off-line szenzorok leggyakrabban kontakt elektromos szenzorok (melyek vagy a hegesztőhuzalt vagy a gázfúvókát használják érzékelő testnek), de lehet lézer-szenzoros kivitel is. Az on-line varratkövető szenzorok gyakran ívszenzorok (melyek huzalelektrodás védőgáz as ívhegesztő eljárás esetén a hegesztő áramerősség mérésével működnek úgy, hogy a robot által programozottan lengetett hegesztőfej hatására bekövetkező áramerősség változásból nyernek ki varratkövetésre alkalmas információt), de lehetnek optikai szenzorok is. Ezek részletes áttekintésétől itt most eltekintünk, azonban néhány megfontolásra érdemes gondolatot kiemelni ennek a kérdéskörnek a zárásaként.

Az optikai szenzorok képesek a legösszetettebb ágens képességeket biztosítani a robot számára: varratkeresés, varratkövetés, hegesztési hégzag figyelés, és ennek hatására különböző beavatkozási módok generálása a robothegeztésbe. Sokoldalú felhasználhatóságuk mellett azonban figyelembe kell venni, hogy a robot hegesztőfeje mellé épített szenzortest zavarhatja a robot hozzáférési tulajdonságait. Továbbá az ívhegesztés zavaró hatásaira (ívfény, hegesztési füst, fröcskölés) és környezeti fényhatásokra is érzékenyek, figyelembe kell venni a munkadarab felületének fényvisszaverő képességét. Beállításuk és működtetésük a kontakt elektromos szenzorokhoz és az ívszenzorokhoz képest lényegesen nagyobb odafigyelést és szakértelmet igényel a mellett, hogy az árúk a komplexitásuktól függően lehet jelentősen magasabb.

A várható termelékenység

Milyen termelékenységet várhatunk el a robotosítástól? Ez nyilvánvalóan befolyásolja többek között a megtérülési időt, illetve meghatározó eleme a megfelelő gyártási kapacitás meghatározásának. Ennek alapja a robotos ciklusidő számítás. A ciklusidő számítását nagyon gyakran a megrendelő a szállítótól kéri be. A számítás azonban legjobb, ha maga a megrendelő végzi el, mert ahogyan azt látni fogjuk, nincs szó bonyolult számításokról, az ahhoz szükséges, a szállító által biztosítandó adatmennyiség minimális.

Ez a számítás legtöbbször megelőzi a robotrendszer tényleges kialakítását vagy a vásárolni kívánt rendszerek számát is, hiszen itt dől el, hogy adott feltételek mellett (műszakok száma, munkanapok száma, gyártani kívánt darabszám stb.) hány robotkarra lesz szükség a gyártáshoz.

A következőkben bemutatjuk a ciklusidő számítás menetét, majd az ellenőrzési módszereket is. Fontos megjegyezni, hogy a ciklusidő számítás nem tartalmazza a munkadarabok be- és kirakodási idejét.

A kiinduláshoz érdemes az adott termékre vonatkozó rajzok alapján összegyűjteni az 1. táblázatban szereplő alapadatokat, majd az egyes sorokhoz hozzárendelni a becsült hegesztési sebességeket. A hegesztési sebesség megadása az egyik kulcspontja a ciklusidő számításnak. Itt figyelembe kell venni a használni kívánt hegesztési technológiát (egyhuzalos technika, ikerhuzalos technika, esetleg valamilyen speciális eljárás), illetve az esetlegesen már rendelkezésre álló kézi hegesztési sebességeket (vagy tapasztalati értékeket).

Sorszám	Varrat típusa	Varratok száma [db]	Teljes hossz [mm]
1.	a3		
2.	a4		
3.	a5		
.			

1. táblázat: Varratösszesítő táblázat

Ezen alapadatok ismeretében meghatározható a teljes termékre vonatkoztatva a hegesztési főidő, azaz az ív égési ideje a következő összefüggés segítségével:

$$T_{\text{heg.főidő}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{\text{heg.hossz}}}{v_{\text{heg.seb}}}$$

$T_{\text{heg.főidő}}$: hegesztési főidő [s]
 n : varrat típusok száma
 $L_{\text{heg.hossz}}$: teljes hegesztési hossz varrat típusonként [mm]
 $v_{\text{heg.seb}}$: hegesztési sebesség varrat típusonként [mm/s]

A hegesztési főidő mellett a mellékidők meghatározására is szükség van a becsült ciklusidő kiszámításához. A mellékidőket három csoportba lehet osztani:

- hegesztéshez kapcsolódó mellékidők (2. táblázat)
- robothoz kapcsolódó mellékidők (3. táblázat)
- szenzortechnikához kapcsolódó mellékidők (4. táblázat)

Sorszám	Megnevezés	a3	a4	a5	.
1.	Védőgáz előáramlási idő [s]				
2.	Védőgáz utóáramlási idő [s]				
3.	Várakozási idő varratkezdésnél [s]				
4.	Végkráterteröltési idő [s]				

2. táblázat: Hegesztéshez kapcsolódó mellékidők (T_1)

$$T_1 = \sum_{i=1}^n n * (T_{\text{elő.}} + T_{\text{ut.}} + T_{\text{kezd.}} + T_{\text{végkráter}})$$

T_1 : hegesztéshez kapcsolódó mellékidő [s]
 n : varrat típusok száma
 $T_{\text{elő.}}$: védőgáz előáramlási idő [s]
 $T_{\text{ut.}}$: védőgáz utóáramlási idő [s]
 $T_{\text{kezd.}}$: várakozási idő varratkezdésnél [s]
 $T_{\text{végkráter}}$: végkráterteröltési idő [s]

Sorszám	Megnevezés
1.	Varratok közti átlagos átállási idő [s]
2.	Pisztolytisztítási idő [s]
3.	Állomásváltási idő [s]

3. táblázat: Robothoz kapcsolódó mellékidők (T_2)

$$T_2 = n * T_{\text{átáll.}} + T_{\text{áll.vált.}} + k * T_{\text{tisztít.}}$$

T_2 : robothoz kapcsolódó mellékidő [min]
 n : varratok száma
 k : arányossági tényező
 $T_{\text{átáll.}}$: varratok közti átlagos átállási idő [s]
 $T_{\text{áll.vált.}}$: forgatóberendezés állomásváltási idő [s]
 $T_{\text{tisztít.}}$: pisztolytisztítás ideje [s]

Megjegyzések a robothoz kapcsolódó mellékidőkkel kapcsolatban:

1. A varratok közti átlagos átállási idő ($T_{\text{átáll}}$) egy becsült adat, mely a hegeszteni kívánt termék kialakításától függően általában 1,5–3 másodpercre adódik. Ebbe az időbe lehet beleszámolni a termék forgatási idejét is (ha szükséges).
2. Az állomásváltási idővel ($T_{\text{áll.vált.}}$) csak akkor szükséges számolni, ha kétmunkahelyes rendszerről van szó.
3. A hegesztőfej-tisztítás idejét ($T_{\text{tisztít.}}$) úgy lehet beleszámolni 1 db termék ciklusidejébe, hogy arányosan visszaosztjuk a pisztolytisztításra szánt időt. Ezt a visszaosztást a „k” érték megadásával tudjuk elvégezni.

Sorszám	Megnevezés
1.	Huzalvágás ideje [s]
2.	Huzalvágások száma [db]
3.	Varratkeresés ideje [s]
4.	Varratkeresések száma [db]

4. táblázat: Szenzortechnikához kapcsolódó mellékidők (T_3)

$$T_3 = m * T_{\text{huzalvág.}} + n * T_{\text{keresés}} + n * T_{\text{átáll.}}$$

T_3 : szenzortechnikához kapcsolódó mellékidő [s]
 n : keresett varratok száma
 m : huzalvágások száma
 $T_{\text{huzalvág.}}$: huzalvágási idő [s]
 $T_{\text{átáll.}}$: varratkeresések közti átlagos átállási idő [s]

Megjegyzések a szenzortechnikához kapcsolódó mellékidőkkel kapcsolatban:

1. A varratkeresések közti átlagos átállási idővel ($T_{\text{átáll.}}$) csak ún. csoportos keresés során kell számolni, azaz amikor a robot egy huzalvágás után több varratkeresést is végez.
2. Amennyiben a robot nem a huzallal keres, úgy a huzalvágási idő ($T_{\text{huzalvág.}}$) elhagyható a képletből.
3. A hegesztési mellékidő kiszámítása tehát a fenti három értékek összeadásából adódik:

$$T_{\text{mellék}} = T_1 + T_2 + T_3$$

A becsült ciklusidő kiszámítása:

$$T_{\text{ciklusidő}} = T_{\text{heg.főidő}} + T_{\text{mellék}}$$

Az előző számítás alapján kapott ciklusidő visszaellenőrzésének módszerei:

■ Bekapcsolási idő alapján

Hasonlóan a hegesztőgépeknél értelmezett bekapcsolási időhöz, a ciklusidő számításnál is értelmezhető ez a fogalom, mégpedig úgy, hogy a hegesztési főidőt elosztjuk a becsült teljes ciklusidővel, s az így kapott számérték alapján lehet eldönteni, hogy a kapott ciklusidő reális-e vagy sem.

Ha a kapott érték magas, akkor az azt jelenti, hogy kevés és hosszú varrat, ha alacsony, akkor pedig sok és rövid varrat van a munkadarabon.

■ Leolvasztási teljesítmény alapján

A varrat tömeg (vagy a felhasznált huzalmennyiség), a használt huzalátmérő, a használt hegesztéstechnológia átlagos leolvasztási teljesítménye, és egy becsült bekapcsolási idő ismeretében a ciklusidő becslés könnyen elvégezhető. Az így kapott értéket lehet összehasonlítani a ciklusidő számí-

tás során kapott értékkel, s ha az eltérés nem túl nagy, akkor az alátámasztja eredeti számításunk helyességét.

A sorozatnagyság – a programozás módja

A köztudatban elterjedt, hogy a robothegesztés a közepes és nagy sorozatok valamint a tömeggyártás eszköze. A sorozatnagyság mindazonáltal relatív fogalom, mert nagymértékben függ az egy darabon hegesztendő varratmennyiségtől. Minél kisebb a sorozat és minél munkaigényesebb a programozás, a robothegesztés gazdaságossága az arányos programozási időráfordítás szerint annál kedvezőtlenebb. Ezen segítenek a különféle off-line programozói szoftverek, melyekkel a robotprogramot külön PC-re telepített szoftver segítségével írhatjuk, miközben a robot a termelésben működhet. A hagyományos ilyen szoftverekkel a programozási idő nem csökken, viszont az nem veszi el a robot értékes gépi idejét, csak a programírás kis százalékában, mely a modelleken írt program tényleges berendezésre való adaptációjához szükséges. Ez a programozási mód is már segít abban, hogy rövidebb sorozatokat, hosszabb programozási időt igénylő munkadarabokat is gazdaságosabban tudjuk robottal hegeszteni. Az utóbbi időben azonban megjelentek olyan off-line szoftverek is, melyekkel a programozás ideje is jelentősen csökkenthető. Ez viszont már lehetővé teszi, hogy amennyiben a készülékgyártás is rugalmasan megoldható, a robotos hegesztés gazdaságos alkalmazása még kisebb darabszámoknál is elképzelhető.

A telepítés helyszínének kiválasztása és előkészítése

A telepítés helyszínének kiválasztásához (de természetesen magának a robotcella kialakításában is ezt figyelembe kell venni) a gyártási folyamatba való lehető legjobb beilleszthetőséget kell szem előtt tartani, melyben célszerű törekedni a vonatkozó Lean alapelvek megvalósítására.

A telepítés helyszínét a robotcella szállítójával egyeztetve időben fontos előkészíteni, figyelembe véve az aljzatbeton minőségét és a szükséges energiacsatlakozásokat. Ehhez természetesen időben be kell szerezni a szállítótól a szükséges dokumentációkat és előírásokat.

A robotkezelők motiválása

Nagyon sokat jelent, hogy a robotot kezelő, kiszolgáló dolgozók kellően motiváltak-e a robot hatékony működtetésében. Különösen ott, ahol az első hegesztőrobot kerül üzembe állításra, fontos, hogy a dolgozók érdekeltek legyenek a robot hatékony kiszolgálásában és zökkenőmentes üzemeltetésében. Ha a dolgozók az üzembe bekerülő robotot olyan gépnek tekintik, ami veszélyezteti az ő állásukat, kereseti lehetőségüket, mindent meg fognak tenni annak érdekében, hogy bebizonyítsák, a robot alkalmatlan a megfelelő munkavégzésre.

A robotot kezelő személyzet megfelelő oktatása, ismeretük szinten tartása

Fontos, hogy a roboton munkát végző munkatársak a munkavégzésük jellegének megfelelő képzésben részesüljenek, és pontosan ismerjék kompetenciájuk határait. Az ismeretek hiányából adódó robotkezelői hibák nagyon jelentős károkat eredményezhetnek. A mellett, hogy törvényi előírás, a cél-

szerűség is azt diktálja, csak megfelelő képzés után végezhessenek az oda beosztott dolgozók munkát a roboton. Ebbe a körbe beletartoznak az üzemi karbantartás munkatársai is, akik általában nem rendelkeznek megfelelő képzettséggel a robotok karbantartásához, amit a legtöbb esetben a robotot szállító cég szakemberei végeznek el szakszerűen.

Amennyiben a robotprogramozók nem programoznak rendszeresen, mert pl. a roboton nagyobb sorozatú termelés folyik, akkor célszerű a programozókat ismeretmegújító képzésre elküldeni, hogy munkájuk végzésekor naprakészek és gyakorlottak legyenek a programozási munkájuk végzésében.

Ugyancsak fontos, hogy a roboton munkát végzők rendszeresen, évente legalább egyszer vegyenek részt speciális, az általuk használt robotokra vonatkozó konkrét ismereteket tartalmazó robotbiztonsági képzésen, mert az ezzel kapcsolatos információk a tapasztalatok szerint nem hangzanak el a munkavédelmi oktatásokon.

A biztonságos üzemeltetés feltételei, és az azokhoz kapcsolható intézkedések

Mindezek mellett az is fontos, hogy a hegesztési felelősnek legyenek ismeretei a hegesztőrobotok biztonságos üzemeltetésének kérdéskörében is, melyeket a következőkben néhány pontban összefoglalva tekintünk át.

■ A hegesztési füst helyi elszívása is feltétele a robotcellán a CE jelölés jogszerű használatának.

- A hegesztőrobot celláknak helyi füstelszívóval kell rendelkezni, mely működhet önálló elszívó/szűrő berendezéssel vagy központi rendszerbe kötött megoldással is.
- Gondoskodni kell az elszívó berendezés rendszeres karbantartásáról, szűrők cseréjéről. Mivel a szűrők karbantartása alatt nem termel a robot, ennek ütemezését össze kell hangolni a gyártás ütemezésével.
- Olyan legyen az elszívó berendezés vezérlésének robotvezérléssel való kapcsolata, hogy működő elszívás nélkül ne lehessen robotprogramot indítani.

■ Az ívfény elleni védelem

- A hegesztő robotcellák biztonsági kerítésére (amennyiben rácskerítésről van szó), minősített hegesztőfüggőnyt kell felhelyezni, melynek állapotát rendszeresen ellenőrizni kell, és cserélni, javítani a szükséges helyeken)
- Időtállóbb megoldás a teli lemezes kerítés, melyen megfelelő fényvédelemmel ellátott betekintő ablak van.

■ A kollektív védelem kialakítása (mechanikus biztonsági rendszer)

- A mechanikus biztonsági rendszer teli lemezzel, vagy rácsos panelekből összeállított biztonsági kerítésből áll (a biztonsági előírásoknak megfelelő rácskiosztással, és magassággal).
- A kerítésen lévő hozzáférési pontoknak ki kell elégítenie a vonatkozó biztonsági szabványok előírásait: nyitászérkelők, jelenlétérzékelők, biztonsági távolságok stb.
- A mechanikus biztonsági rendszernek a robotcella elektromos biztonsági rendszerének megfelelő elemeivel felszereltnek kell lenni, mely be van integrálva a robotvezérlésbe.

■ Az üzemeltető személyzetre vonatkozó szempontok

- Meg kell határozni, hogy hány fős személyzet lesz kijelölve a robotrendszer működtetésére.

- Ki kell osztani az üzemeltetési/működtetési jogosultságokat.
- Csak az arra felhatalmazott, és kioktatott személyzet kezelheti a rendszert (az ismétlődő oktatásokról már volt szó korábban)
- A munkát végzők fizikai adottságait is figyelembe kell venni a robotcella kialakításánál (pl. egyik műszakban 150 cm magas operátor cseréli a munkadarabot másikban 200 cm magas). Ezért szükséges lehet az ergonómiai kialakítások variálhatósága.
- Az alkatrésztárolás, anyagmozgatás gondos megtervezésében célszerű a Lean alapelveket figyelembe venni.
- On-line robotprogramozás esetén, ha ketten tartózkodnak a robotcellában, akkor aki nem a kézi programozó pulttal dolgozik, annál egy különálló engedélyező kapcsolónak („dead man switch”) kell lennie

■ A robotcella karbantartásainak tervezése

- A hegesztő robotcella karbantartását, felülvizsgálatát az annak egyes elemeire (hegesztő és egyéb ipari robotok, pozicionáló berendezések, utazópályák, készülékek, hegesztő berendezés, hegesztőfej tisztító berendezés) vonatkozó előírások szerint kell elvégezni.
- Figyelemmel kell lenni arra, hogy a robotcella egyes elemein eltérő ciklusú karbantartási műveletek végzésére lehet szükség.
- Gondoskodni kell a fogyókopó, és ajánlott pótalkatrészek raktáron tartásáról, melyben a gyártói ajánlásokat célszerű szem előtt tartani.

■ Egy átadott rendszer átalakítása

Ha a robotcellát üzemeltető módosítást végez egy letelepített hegesztő robotcella/rendszer bármely biztonsági funkcióján, ő válik annak gyártójává (pl. kivesz kerítéselemet, arrébb rakja a fénykaput), és ezzel őt terheli a továbbiakban a felelősség.

Az ilyen jellegű műszaki módosítások jelentős módosításnak minősülnek, és a megfelelőségi eljárást újra le kell folytatni.

■ A hegesztő robotcella biztonsági rendszere és a cella helyszükségletének tervezése

- A hegesztő robotcella szükséges alapterületét annak alapépítőelemeinek kiterjedésén, munkatartományán túlmenően nagymértékben befolyásolja az is, hogy milyen biztonsági rendszert, annak is milyen elemeit használjuk a robotcella felépítésénél. A kiszolgálási oldalon más biztonsági távolság szükséges fénykapu, fényfüggöny, lézer szkennerek, biztonsági ajtók, automata biztonsági kapuk esetén. Amennyiben rendelkezik a robotcella ipari robotvezérlése programozható biztonsági területtel, úgy a biztonsági távolságok a robot és a kerítés között tovább csökkenthetők, ami kompaktabbá teheti a robotcellát. Mivel általában a kisebb cella alapterületet is megengedő megoldások drágábbak (bár nem feltétlenül minden esetben), nyilvánvalóan mérlegelni kell a rendelkezésre álló hely és a ráfordítások arányát.
- A robotcella kialakításánál karbantartások műveleteinek helyszükségletét, a biztonságos hozzáférést, a közlekedési útvonalakat, az anyagátviteli helyeket is figyelembe kell venni.

■ A kollaboratív robotokról általában

A kollaboratív robotokra azért szükséges itt röviden kitérnünk, mert az utóbbi néhány évben a hegesztés területén

is felmerült ezek használata. Ezzel kapcsolatban szükséges néhány alapvető információt áttekinteni.

A kollaboratív robotokra vonatkozó biztonsági kérdéssel az ISO/TS 15066 foglalkozik, mely a kiegészítése az MSZ EN ISO 10218-1:2011 „Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei” c. szabványnak.

A köztudatban a „power and force limiting” (erő és teljesítmény korlátozás) technológiájú kollaboratív robotok terjedtek el. Ezekre a robotokra kockázatértékelés elkészítése nem mindig egyszerű feladat (előre látható érintkezések nehezen tervezhetők). A kockázatértékeléshez figyelembe kell venni a következőket:

- a robotot (rajta lévő szerelvényeket)
- a szerszámot (tokozott, erő-korlátozott, lekerekített stb.)
- a munkadarabot (éles, forró, mérgező, sugárzó stb.)
- a munkakörnyezettel való kölcsönhatásokat a (nekiszorítás, nekilökés sem okozhat kockázatot)
- az alkalmazástechnológia kockázatokat (hegesztés, sorjázás stb.)

■ Kollaboratív hegesztőrobotok kockázatértékelése

A kollaboratív robot hegesztési célú alkalmazásával kapcsolatban a következőket kell megfontolni. A kollaboratív hegesztő munkaállomás tekintetében kockázatértékelést kell végezni ugyanúgy, mint bármely más robot esetében, melyhez az alábbiakban ténymegállapítások és kérdések formájában foglalunk össze néhány gondolatot.

- A robot önmagában részben kész gép beépítési nyilatkozzal rendelkezik, tehát nem vonatkozik a teljes munkaállomásra.
- A hivatalos üzembe állításhoz a CE jelölés a teljes rendszerre, munkaállomásra kell, hogy vonatkozzon.
- Kérdésként vetődik fel, hogy a hegesztési füstelszívást, az ívfény elleni védelmet, robotmozgás kockázatait hogyan oldják meg?
- Maga a hegesztőfej önmagában nem kollaboratív eszköz, hogyan lehet akkor kollaboratív a munkaállomás?
- A fentiek nélkül a rendszer/munkaállomás nem CE képes
- Hegesztés közben gyakorlatilag csak „teach” (tanítási) módban lehet megközelíteni a robotot, ugyanúgy, mint egy hagyományos ipari robotot (egyéni védőeszközökkel)
- Hegesztés közben automata módban a robot nem megközelíthető, ehhez kerítés kellene.
- További hátrányok: mozgási sebesség lassabb, ismétlési pontosság általában rosszabb, mint a hagyományos robotoknál.
- Többnyire nem olcsóbbak, mint a hagyományos ipari robotok.
- Egyes kollaboratív robotok tartósságát tekintve nincsenek még konkrét tapasztalatok, vagy amik vannak, nem feltétlenül túl kedvezők.

■ Hegesztő robotcellák/robotrendszerek üzembe helyezése

A tapasztalataink szerint a gyakorlatban időnként keveredik az üzembe helyezés és a beüzemelés fogalma.

- Az üzembe helyezés jogi fogalom, nem a tényleges helyszíni beüzemelés. A beüzemelés alatt pedig azt a műveletet értjük, amikor a szállító az általa leszállított robotcellát működésbe állítja, annak működőképességét demonstrálja.
- Az üzembe helyezést a munkáltató rendeli el írásban.
- Ennek feltétele egy munkavédelmi szempontú előzetes vizsgálat, amit a helyi munkavédelmi szakembernek kell elvégeznie (ha van ilyenük).

- Ezen a vizsgálják meg a gépdirektívának, és a magyar munkavédelmi jogszabályoknak való megfelelést.
- Itt ki kell(ene) derülnie az esetleges munkavédelmi hiányosságoknak, ellenőrizhető a dokumentáció megléte:
 - adattábla a CE jellel
 - felhasználói kézikönyv
 - EK megfelelési nyilatkozat
 - mérési jegyzőkönyvek
 - telepítési rajzok, gépkönyvek, kapcsolási rajzok stb...
- A hegesztő robotcella/rendszer veszélyes munkaeszköznek minősül (időszakos felülvizsgálat kell rá min. 5 évente).
- Az operátoroknak munkavédelmi oktatáson kell részt venniük.

Szemponatok a szállító kiválasztásához

A szállító kiválasztásakor feltétlenül objektív mérlegelésre van szükség. Ezért is fontos a megrendelő oldaláról a megfelelő szakmai tájékozottság, mert ahogy a bevezetőben is már említettük, a beruházás sikeressége nagymértékben függ a szakmai előkészítés alaposságától, melyben a hegesztési felelősnek jelentős szerepe és felelőssége van.

Az úgynevezett kulcsrakész robotcella rendelése, bármilyen alaposan is kerülnek részletezésre a szállítási szerződésben a feltételek, nem jelent feltétlenül garanciát megrendelő számára a sikeres projekt megvalósításhoz. Ezt ugyanis nagymértékben befolyásolja mind a szállító mind a megrendelő szakmai felkészültsége, valamint azok együttműködési készsége/képessége. A megrendelő oldaláról fontos legalább az írásunkban felsorolt területeken való tájékozottság, a szállító oldalról pedig a megfelelő (hegesztő szakmérnöki) végzettséggel rendelkező hazai szakember gárda, hazai referenciák, hazai szerviz háttér stb.

A kritikus hegesztési varratok tekintetében előzetes próbahegesztés végzésével, annak objektív kiértékelésével cél-szerű meggyőződni a rendszer és a szakmai támogatás milyenségéről.

Az egész beruházási folyamatban fontos a megrendelő szakemberei (legtöbbször a hegesztési felelős) és a szállító szakemberei közötti magas szintű szakmai együttműködés.

Összefoglalás

A fentiekből is látszik, hogy a hegesztés robotosítása összetett, komplex feladat, melynek megoldása, eredményes bevezetése és üzemeltetése a hegesztési felelős szempontjából is kihívásokat jelent. Igen sokrétű ismeretre van szükség: nem csak műszaki, hanem logisztikai, munkapszichológiai, biztonságtechnikai területeken is alapvető tájékozottsággal kell rendelkezni, tudni kell hatékonyan együttműködni a különböző kapcsolódó szakterületek specialistáival. A siker viszont látványos, mert a robotosított hegesztés mind a minőség mind a megbízhatóság, mind a termelékenység szempontjából jelentős előrelépés a cégek életében, mely a versenyképesség javulása és a kiszolgáltatottság csökkenése miatt lényeges előnyöket jelent.

A cikk megírásában való közreműködésért köszönöm kollegáim, Barabás Péter EWE/IWE üzletág vezető és Szabó Kristóf biztonságtechnikai mérnök segítségét.

*Dr. Farkas Attila

ügyvezető - Flexman Robotics Kft.

címzetes egyetemi docens – BME

tudományos munkatárs - NJE

SPEEDGLAS G5-01

3M Science.
Applied to Life.™

A TE PAJZSOD KOMPROMISZUMOK NÉLKÜL



Corweld+
2049 Diósd, Balatoni út 21/e
Tel.: +36-23-782-011
corweldplus.hu



EWF- rendszerű duális hegesztő képzésre vonatkozó leggyakoribb információk kérdés-felelet formában

EWF WOW – konzorciumi dokumentáció alapján összeállította
Dr. Gremesberger Géza PhD

Előszó

A WOW project konzorciuma kidolgozta a Leggyakoribb Kérdések Jegyzékét, és a célja az volt, hogy a leginkább érdeklődésre számot tartó jellemzők számbavételével megfelelő információt adjon – on-line formában.

A dokumentum témakörei három főcsoportba lettek sorolva nevezetesen, a következők szerint:

- az ipari tanulókra vonatkozó kérdések–válaszok,
- befogadó cégekre/iparvállalatokra vonatkozó kérdések–válaszok
- a képzési központokra /VET; ATB-kre vonatkozó kérdések–válaszok

Megjegyzés:

- Q: Question – kérdés
- A: Answer – válasz

Ipari tanulókra vonatkozó leggyakoribb kérdések (LGK)

1		Q: Látogathatom valamennyi EWP tanfolyamot mint munkaalapú tanulás formában? A: Nem, a képzés terjedelme, amely látogatható meghatározott a minőségi irányelvben. Ezen kívül, a pontos időtartam függ a befogadó üzemtől, ahol Ön éppen dolgozik az ipari tanuló képzési rendtől, Kérjük, vegye fel a kapcsolatot a VET-szolgáltatóval vagy az ATB-vel további pontosabb információk végett.
2		Q: Milyen dokumentumokat kell bemutatnom, hogy igazoljam a WBL-ben történő előre haladásomat? A: Speciális platform áll rendelkezésre, amelyik valamennyi információt tartalmazza (pl. fotók, Hegesztési Utasítások, próbadarabok, video, stb.) Minden esetben mentorának (az a személy, aki támogatja, segíti Önt a munka-alapú tanulásban) kell dokumentálnia az Ön képzésére vonatkozó információt.
3		Q: Ha már befejeztem a WBL-t és az osztálytermi képzést – megkísérelhetek-e EWS vagy EWP vizsgát? A: Igen. Önnek lehetősége lesz a vizsgát letenni a lehető legrövidebb felkészülési idő alatt, az Ön képzésére vonatkozó valamennyi vonatkozó és részletes anyagot az ATB kezeli és dolgozza fel.
4		Q: A minősítés végén diplomát fogok kapni? A: Igen. Ön hegesztő minősítésű diplomát kap, ha sikeresen befejezte a képzést, a tanfolyamokat és vizsgáját elfogadták.
5		Q: Milyen tevékenységre leszek képes a képzés befejezése után? A: Az oktatási tanfolyamok és vizsgák sikeres befejezése után az ipari tanulókról feltételezhető, hogy alkalmasak lesznek a hegesztési technológia alkalmazására azon a szinten, amit a minősítő diploma igazol.
6		Q: A minősítés végén kapok diplomát? A: Igen, Ön hegesztő minősítésű diplomát kap.
7		Q: Mire leszek képes a képzés után? A: Azok az ipari tanulók, akik sikeresen befejezik a képzési és oktatási tanfolyamokat és vizsgáik eredményesek róluk feltételezhető, hogy képesek a hegesztéstechnológiát alkalmazni azon a szinten, amit a minősítő diploma igazol.

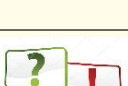
ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

8		Q: Az ipari tanuló köteles-e olyan cégeket keresni, ahol a WBL végezhető? A: Nem. ATB kiválasztja a befogadó céget, ahol az ipari tanuló részt vehet a munkaalapú képzésben/ipari tanuló szervezeti formában.
9		Q: Van-e olyan vizsga, ami az ipari tanuló szervezetre/WBL programra irányul? A: Igen. A képzési program végén, az ipari tanulók, akik az ipari tanuló képzési szervezetben voltak végpont ellenőrzésen mennek át, ez biztosítja a megfelelő tudást, ami megfelel Tanulási Eredményeknek úgy ahogyan az a képzési programban megtalálható.
10		Q: Miből áll a végpont vizsgálat? A: Az értékelés arra irányul, hogy csak azok a témák szerepeljenek, amelyek a munkaalapú tanulásnál az egyéni képzési programban vannak. Az ATB irányítása, elvárása lehetséges a következők szerint: - esszékérdések - kérdésjegyzékek - az előállított termékek vagy projekt - szakmai interjú
11		Q: Azok a dokumentumoknak, amelyek a képzésbe történő belépéshez szükségesek hivatalos eredetűek legyenek? A: Igen. Ha csak másolatot ad be a tanfolyam felelősének. Ha eredetit és annak másolatát együtt nyújtja be, akkor nincs szükség arra, hogy a másolatot hivatalossá tegyék.
12		Q: Mi a Tanulmányi Szerződés (Egyezmény; Megállapodás)? A: Ez egy az érintett WBL partnerek (ipari tanuló, Tutor, Mentor) által aláírt szerződés, amely arra irányul, hogy meghatározza a jogokat és kötelezettségeket, valamint a képzési programhoz való kötődést úgy, hogy az feleljen meg a nemzeti követelményeknek nevezetesen a munkavédelmi, biztonsági előírásoknak, a biztosításnak és kötelezettségeknek.
13		Q: Egészségügyi vizsgálat szükséges-e mielőtt WBL-hez hivatalosan csatlakoznék? A: Igen, mert a gyakorlati hegesztési képzéskor és a valós életben is számos veszély van, amelyek negatívan befolyásolhatják az egészséget.
14		Q: Ipari környezetben több ismeretet, információt kaphatok mint az osztályteremben? A: Igen, mert képzése ipari üzemi környezetben lesz, ahol minden egyes nap valós problémákkal fog találkozni és teljesíti a befogadó iparvállalat/cég elvárásait/követelményeit, valamint megismeri az üzleti légkört is.
15		Q: A saját védő öltözetemet és eszközeimet használjam, amikor megkezdem WBL munkaalapú tanulási/képzési program szerinti tevékenységemet? A: Nem, a befogadó cég/iparvállalat ad, ill. biztosít Önnek mindent, ami a biztonságos üzemi tevékenységhez, munkához szükséges, mivel ezek a munkára előírt munkahelyi védelmet, biztonságot szolgálják.

Befogadó cégekre, iparvállalatokra vonatkozó leggyakoribb kérdések (LGK)

1		Q: Melyek azok a követelmények, amelyek szükségesek egy elfogadott ipari tanuló rendszerben történő WBL alapú képzéshez? A: Cégének rendelkeznie kell az ISO 3834 szerinti érvényes tanúsítással és a Hegesztési Koordinátornak magasabb minősítési szinttel kell rendelkeznie, mint amivel az ipari tanuló rendelkezik.
2		Q: Megengedett az, hogy egy munkaadó kövesse a WBL képzési pályát, ha az ipari tanuló rendszer már befejeződött? A: Igen. A WBL képzés kiterjed mind a kettőre az ipari tanuló képzési rendszerre és a munkaadókra is.
3		Q: Az ipari tanuló képzési rendszerre jelölt ISO 9606 szerint minősített hegesztő. Az ezt igazoló minősítési dokumentuma úgy tekinthető, mint a munkaalapú tanulás (WBL) képzés igazolása? A: Nem, a WBL a gyakorlatra vonatkozik és nem a már elért minősítésekre vagy tanúsításokra, mivel a jelöltnek látogatnia kell a befogadó cégen/üzemen belüli gyakorlati képzéseket és a vonatkozó, alkalmazható irányelvnek megfelelően kell eljárni. Kérjük vegye fel a kapcsolatot a VET-jével, az ATB-l, hogy verifikálja lehetséges-e néhány elismerés/elfogadás vagy van egy lehetséges gyakorlati képzés, amely látogatható, és ezen keresztül, megszerezheti az elfogadható tanúsítványokat.

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

4		Q: A képzési programot hogyan határozták meg? A: A gyakorlati képzési programról meg kell egyezni a befogadó céggel, és ezt az ATB teszi jogerőssé a vonatkozó irányelvben meghatározott kritériumok szerint.
5		Q: Hogyan határozzák meg a WBL-re vonatkozó gyakorlati programot? A: A gyakorlati képzési programról meg kell egyezni a befogadó céggel és ezt az ATB teszi jogerőssé a vonatkozó irányelvben meghatározott kritériumok szerint.
6		Q: Ki a felelős az ipari tanuló mellé a mentor kijelöléséért? A: A befogadó cégnek kell kijelölni az ipari tanulót a mentorhoz. A mentor a felelős a gyakorlati képzésért és azért, hogy a jelöltet támogassa a befogadó üzemen belül. Mint minimum a mentornak az IAB 225 szerinti minősítéssel kell rendelkeznie, és ez olyan szintű legyen, ami egyenlő vagy magasabb, mint az ipari tanulótól elvárt képzettségi szint, és a mentor nagy gyakorlattal rendelkezzen a hegesztés koordinációs tevékenységekben.
7		Q: Rendelkeznie kell a befogadó cégnek bármely követelmény kielégítésének igazolásával ahhoz, hogy belépjen a WBL szerinti gyakorlati képzésbe? A: A cégnek hozzáféréseinek kell lenni a hegesztéshez és a kiegészítő eszközökhöz, amelyeket biztosítani kell WBL képzés résztvevői részére, továbbá az ISO 3834-2 vagy ISO 3834-3 vagy más előírt szabvány szerinti érvényes tanúsítással kell rendelkeznie, ami megfelel az ISO 3834-nek vagy igazolással, hogy a tanúsítási folyamatot, eljárást a cég megkezdte.
8		Q: Van-e bármilyen követelmény a befogadó cégre vonatkozóan, amely szerint a WBL program továbbfejlesztését tervezik? A: Igen, szükséges, hogy a cég rendelkezzen ATB elfogadottságot igazoló dokumentummal, ami vonatkozik a munkaalapú (WBL) képzésre, és írásos eljárásban is benne van.
9		Q: A cég megválaszthatja a WBL gyakorlati képzési programot? A: Nem. A cégnek meg kell egyeznie az ATB-vel a gyakorlati képzési programra vonatkozóan úgy, hogy figyelembe veszik a működést és a tanulási eredményeket.
10		Q: Melyek a mentor kötelezettségei? A: A mentor egy személy, akit a befogadó cég nevez ki, aki különböző módokon felügyeli, támogatja és segíti az ipari tanulót vagy az új belépőt (pl. aki most kapcsolódik egy új tanuló közösségbe vagy szervezetbe) azáltal, hogy megfelelő gyakorlattal rendelkezik, aki mintakép, tanácsadó, útmutató szereplő lehet.
11		Q: A befogadó cégem részére milyen eredménnyel és előnnyel jár, ha bevezetik a duális gyakorlati képzést? A: A duális képzés lehetőséget nyújt ahhoz, hogy megválasszák a legjobb ipari tanulót vagy tanulókat, jobban felkészített dolgozók lesznek a befogadó cégben, a cég minősített munkavállalói kielégítik a cég igényeit, olyan munkatársak lesznek, akik motiváltak és innovatívak, és kisebb lesz a munkaerő toborzási és minősítési költség miközben a befogadó cég a piaci pozíciót és versenyképességét megtartja és növelheti.
12		Q: Szükséges-e hogy rendelkezzen bármilyen tervvel, hogy fenntartsam a duális-képzést a jövőben és képezek szakembereket a cégünknek? A: Igen, A WBL a jobb üzleti tevékenységeket segítő fontos fejlesztési elem különös tekintettel a minőségre és a mennyiségi vonatkozásokra.

Atb-re képzési központokra vonatkozó leggyakoribb kérdések (LGK)

1		Q: Melyek az ATB kötelezettségei a hegesztés vonatkozású ipari tanuló rendszerben? A: Az ATB kötelezettségei, hogy ellássák a befogadó cégeket formanyomtatványokkal, amelyen jegyzik a képzési tevékenységeket; továbbá ellássák a befogadó cégeket megfelelő felvilágosítással; és biztosítsák a jelölteknek az összes, szükséges valamennyi megfelelő tananyagot.
2		Q: Mennyi ideig tart a képzés a WBL rendszerben? A: A WBL-ben a gyakorlati képzés időtartamát az ATB-nek kell megállapítani, ehhez több és különböző in-put alapadatok szükségesek, beleértve a befogadó cég szervezeti felépítését, a termék típusát és/vagy a teljesített munka feladatokat és a gyártó berendezések, erőforrások és anyagok hozzáférhetőségét.

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

3		Q: Milyen támogatást kell nyújtani az ipari tanulónak? A: Egy mentort jelölnek ki minden egyes ipari tanuló mellé. A mentor a felelős az ipari tanulónak nyújtott támogatásért és teljes mértékben tudatában kell lennie annak, hogy melyek az irányelvekből igénybe vehető, felhasználható ismeretek és a hegesztés koordinátori tevékenységek.
4		Q: Hogyan választják a befogadó cégeket a WBL-hez? A: Az ATB felelős az egyes befogadó cégek minősítéséért és az egyedi gyakorlati képzési programokért, ezeknek meg kell felelni a vonatkozó irányelvben előírt és teljesítendő követelményeknek.
5		Q: Melyek az ATB-k felelősségei a hegesztési ipari tanulóképzési rendszer vonatkozásában? A: Az ATB kötelezettsége, hogy ellássa a befogadó cégeket olyan dokumentációs anyaggal, amely alkalmas arra, hogy a gyakorlati képzési tevékenységet azon rögzíteni lehessen, továbbá ellássa a befogadó céget megfelelő instrukciókkal, és ellássa a Jelöltet a gyakorlati képzéshez szükséges érvényes tananyagokkal.
6		Q: Mennyi ideig tart egy WBL-képzési tanfolyam? A: A WBL-ben a gyakorlati képzés időtartamát az ATB-nek kell megállapítani, ennek több és különböző in-put alapadatai vannak, beleértve a befogadó cég szervezeti felépítését, a termék típusát és/vagy a teljesített munka feladatokat és a gyártó berendezések, erőforrások, és anyagok hozzáférhetőségét.
7		Q: Hogyan választják a befogadó cégeket a WBL-hez? A: Az ATB felelős az egyes befogadó cégek minősítéséért és az egyedi gyakorlati képzési programokért, ezeknek meg kell felelni az irányelvben rögzített követelményeknek.
8		Q: Mi az ATB? A: Az ATB Felhatalmazott Gyakorlati Képzést Nyújtó Szervezet, amelyet átvizsgál és jóváhagy az EWF Felhatalmazott Kinevezett Testület (ANB) Operációs/Műveleti Rendszere szerinti eljárással, így biztosítva, hogy az EWF szabályai szerint végzzék a gyakorlati képzést, és ez vonatkozik minden gyakorlati képzést végző szervezetre.
9		Q: Ki felelős/jogosult speciális ügyek előírására, amivel a WBL-n belül foglalkozni kell? A: Az ATB jogosult speciális ügyek előírására a WBL-el kapcsolatban, amely az alkalmazhatóságon nyugszik.
10		Q: Melyek a tutor kötelezettségei? A: A tutor egy személy, akit az ATB nevez ki és felelős azért, hogy a tanulónak támogatást, segítséget ajánljon fel, tanácsot ad és felügyeli tevékenységét egy gyakorlott szakemberrel együtt. A tutor az ipari tanulót annak tanulmányi ideje és folyamata alatt támogatja, segíti.
11		Q: Az én képzési központom/ATB-nek a nemzeti előírások szerint akkreditálnak kell lennie a WBL tevékenységre? A: Nem, de elismertnek és jóváhagyottnak kell lennie az EWF – Európai Hegesztési Szövetség által.
12		Q: Vannak-e kész dokumentumok, amelyek felhasználhatók a cégek és az ATB-k közötti kooperációs tevékenységhez és a WBL cselekvési keretébe tartoznak? A: Igen a dokumentációs csomag rendelkezésre áll, és tartalmazza az előírásokat úgy mint a következőket: jelenléti ív, Ipari Tanuló Képzési Rendszer szerződése, Ipari Tanuló Képzési Rendszer gyakorlati oktatási programja. Ezek a dokumentumok rendelkezésre állnak spanyol, magyar, román portugál és olasz nyelveken.



AZ ÚJ MASTERTIG

Távolról sem átlagos



2049 Diósd, Balatoni út 21/e
Tel.: +36-23-782-011
corweldplus.hu



TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN



Több mint hegesztés...

Csúcsminőség és 100%-os megbízhatóság

Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

webáruház:

www.cooptim.hu

Hegesztéstechnikai eszközök,

ív- és lánghegesztő készülékek,

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

forrasztóanyagok és szerszámok

nagy választékban kaphatóak

hegesztéstechnikai áruházunkban, szaküzleteinkben.

Hegesztéstechnikai áruházunk:

2030 Érd,

Budafoki út 10.

Tel.: (23) 521 430

Fax: (23) 521 439

E-mail: aruhas@cooptim.hu

Szaküzletünk:

8000 Székesfehérvár,

Géza u. 54.

Tel.: (22) 504 170

Tel./fax: (22) 301 751

E-mail: fehervar@cooptim.hu

Szabó József*

Megjelent

a hegesztésfelügyeleti személyzetre vonatköző MSZ EN ISO 14731:2019

Bevezetés

A hegesztési szabványok jelentős része vonatkozik a hegesztés minőségirányításával kapcsolatos követelményekre. E szabványok közül több is a hegesztési személyzetre vonatkozó követelményekkel foglalkozik, hiszen a minőség meghatározó tényezője az emberi erőforrás. E területen az egyik legfontosabb szabvány a hegesztési felügyeletbe tartozó, a hegesztés minőségével kapcsolatos lényeges feladatokat és felelősségeket, a hegesztésfelügyeleti személyzet felkészültségének értékelését tartalmazó ISO 14731.

Az ISO 14731 új kiadása 2019 februárjában jelent meg, és MSZ EN ISO 14731:2019 hivatkozási számmal angol nyelven 2019 szeptemberében, míg az ÉMI-TÜV SÜD Kft., az MHtE, a TAM CERT Kft. és a TÜV RheinlandInterCert Kft. hozzájárulásának köszönhetően magyar nyelven várhatóan októberben fog megjelenni.

Előzmények

A hegesztési felügyelet területén a következő szabványok voltak érvényben az MSZ EN ISO 14731:2019 előtt:

MSZ EN 719:1995	Hegesztési koordináció. Feladatok és felelősség
MSZ EN 719:1999	Hegesztési felügyelet. Feladatok és felelősség
MSZ EN ISO 14731:2007	Hegesztési felügyelet. Feladatok és felelősség (ISO 14731:2006)

A tapasztalt hegesztőknek feltűnhet, hogy az MSZ EN 719-nek két kiadása is volt, miközben az EN 719:1994 egészen 2006-ig, az EN ISO 14731:2006 kiadásáig érvényben volt. Ennek oka az MSZ EN 719 1995. és az 1999. évi kiadásának címéből is látható. Az első kiadás elkészítése során talán túlzottan törekedtek arra, hogy a magyar nyelvű szabvány az angol verzióval mindenben megegyezzen, és szó szerint fordították le az eredetét. A szokatlan kifejezések, pl. koordinátor és koordináció annyira zavarták a hegesztő szakmát, hogy finanszírozták és elérték az elterjedt magyar hegesztési szak kifejezéseket (hegesztési felügyelet, hegesztési felelős) tartalmazó, új magyar nyelvű kiadás elkészítését. Ez lett az MSZ EN 719:1995 helyett kiadott MSZ EN 719:1999. Azóta a vonatkozó szabványok, pl. a 2006-ban kiadott MSZ EN ISO 3834 szabványsorozat is, az MSZ EN 719:1999-ben lévő hagyományos, de az európai szabvány fogalom meghatározása szerinti jelentéssel bíró magyar kifejezéseket tartalmazták. A 2019. évi kiadás magyar változatának egyeztetésekor is felmerült a koordinátor átvétele a magyar hegesztési szaknyelvbe, de végül a bizottság úgy döntött, hogy a megszokott kifejezések maradjanak a szabványban. A következőkben az új szabványról olvasható rövid tájékoztatás.

A változások

Az ISO 14731 előző kiadása óta eltelt 13 év alatt sok változás történt, amelyek hatására az ISO/TC 44 „Hegesztés és rokon eljárások” műszaki bizottság munkába vette a szabvány korszerűsítését. Bár az első változatok sok újdonságot tartalmaztak, a szabvány alapvetően nem változott meg, hacsak a szakismeret felkészültséggel való kiegészítését nem tekintjük annak. A szabvány a következő fontos változásokat tartalmazza:

- a versenyjogi szabályok miatt törölték az IIW képzésekre vonatkozó tájékoztatást, a korábbi A mellékletet,
- az új A melléklet a hegesztésfelügyeleti személyzet felkészültségének értékeléséről szól;
- törölték a felelős hegesztési felelős (responsiblewelding-coordinator, RWC) kifejezést;
- bekerült a szabványba a felkészültség koncepciója, így a hegesztésfelügyeleti személyzet követelményei és szintjei a szakismeretet is magába foglaló felkészültségre vannak megfogalmazva;
- a hegesztésfelügyeleti személyzet feladatai kiegészültek az új B20. szakasz szerint az egészségvédelemmel, biztonsággal és a környezetvédelemmel;
- a fogalom meghatározások között szerepel az Európai Tanács az egész életen át tartó tanulás európai képesítési keretrendszeréről szóló 2017/C 189/03 számú ajánlásának I mellékletéből 4 fogalom meghatározás: készség, tudás, képesítés, felkészültség (kompetencia).

Az A melléklet, az IIW képzések elhagyása

A versenyjogra vonatkozó európai és nemzeti szabályozás célja a gazdasági szereplők számára kiegyenlített piaci versenyfeltételek biztosítása, és a fogyasztók megóvása attól, hogy a vállalatok egyezségei miatt kárt szenvedjenek. A szabványosítás céljai hasonlóak ehhez.

A CEN és a CENELEC az európai parlament és a tanács európai szabványosításról szóló 1025/2012/EU rendeletében hivatalosan elismert európai szabványügyi szervezetek, amelyek európai szabványok és más, konszenzuson alapuló előírások kidolgozására biztosítanak teret azzal a céllal, hogy a kereskedelem műszaki akadályai megszűnjenek, hogy támogassák az európai gazdaság globális versenyképességét és védjék az európai polgárok környezetét és jólétét. Ennek a rendeletnek a (13) pontja a következőket tartalmazza:

„(13) Az európai szabványügyi szervezetek a versenyjog hatálya alá tartoznak, amennyiben az EUMSZ 101. és a 102. cikkének értelmében vállalkozásnak vagy vállalkozások társulásának minősülnek.”

A CEN és a CENELEC a 1025/2012/EU rendelet (13) pontjának teljesítését segítő szándékkal kiadta a 31. számú út-

mutató [1], amely „tedd” és „ne tedd” csoportba osztva gyakorlati segítséget nyújt a szabványokat kidolgozó munkacsoportok és bizottságok számára a versenyjogi szabályok betartásához. A „ne tedd” csoportban szerepel a következő iránymutatás:

„Műszaki szempontokon kívül semmilyen más okból ne foglaljanak a szabványokba olyan elemeket, amelyek beszállítókat, versenytársakat rekeszthetnek ki a piacról.”

Az előzőek alapján az európai szabványosításban résztvevő szervezetek, szakemberek nem mentesülnek a versenyjog alól a szabványkidolgozás során sem. Az IIW képzéseinek egy szabványban való feltüntetése következtében a más, hasonló képzéseket tartó szervezetek versenyhátránnyal kerülhetnek.

Az előzőek szerinti versenyjogi szabályok betartása érdekében kellett az IIW képzéseire utaló, a hegesztési szakismeretekre vonatkozó ajánlásokat tartalmazó A mellékletet törölni az ISO 14731 2019. évi kiadásából.

A hegesztett szerkezetek egységes nemzetközi szabványokon alapuló, világszerte akadálymentes kereskedelmének célját illetően az IIW képzések elhagyása a szabványból (és később várhatóan más szabványokból) visszalépésnek tekinthető. Az IIW képzéseinek fontos célja, hogy a hegesztési személyzet világszerte egységes képzéseken alapuló, mindenhol elfogadható felkészültséggel rendelkezzen. Meghívatközlésük a szabványokban elősegítette a hegesztési személyzet egységes alapokon nyugvó képzésének terjedését.

Ezt a visszalépést azzal lehetne ellensúlyozni, ha az IIW képzések alapján a hegesztők képzésére vonatkozó nemzetközi szabvány készülne, hasonlóan a roncsolásmentes vizsgálok képzésére vonatkozó ISO/TS 25108-hoz és ISO/TR 25107-hez.

Az A melléklet pótlásaként a hegesztésfelügyeleti személyzet felkészültségére vonatkozó iránymutatás található az IAB és az EWF által közzétett dokumentumban [2], amely segítséget jelent a hegesztő szervezetek számára a felkészültség megkívánt szintjéhez megfelelő IIW képzés kiválasztásához. Ez a kiadvány rámutat arra is, hogy az ISO 14731 szerinti hegesztési felelős lényegében egy munkakör. A szabvány tartalmazza a hegesztési felelős lehetséges munkaköri feladatait és a munkaerőgazdálkodás szempontjait figyelembe véve nem csak a szakmai tudásra, hanem a felkészültségre vonatkozó egyéb követelményeket is megfogalmaz.

Felkészültség

A munkaerőgazdálkodás szempontjainak megjelenését a szabványban alátámasztja a felkészültség 3.8. szakasz szerinti meghatározása is:

„A tudás, készségek és személyes, szociális és/vagy módszertani képességek használatának bizonyított képessége sokféle munkahelyi helyzetben a felelősség és önállóság szempontjából.”

Ez a meghatározás a felkészültségnek a munkaerőgazdálkodásban (HR) alkalmazott különböző értelmezéseiből tartalmaz elemeket. A kompetenciáról összeállított közlemény [3] szerint a felkészültség összetevői között a következők szerepelnek:

- az ismeretek, a szakmai **tudás**;

- a feladatok megoldásához szükséges **készségek**, jártasságok;
- a **személyiségjegyek**, a pszichikai és fizikai jellemzők;
- a **szociális** szerepek, személyes értékrend.

Más megközelítés szerint a felkészültség négy eltérő kategóriája:

- intellektuális kompetenciák: információ(**tudás**)használat, **problémamegoldás**, kritikai gondolkodás, kreativitás,
- **módszertani** kompetenciák - hatékony munkamódszerek alkalmazása, információs és kommunikációs technológiák,
- **személyi** és **szociális** kompetenciák - identitás, együttműködés másokkal,
- kommunikáció.

Az ISO 14731 6. *Műszaki tudás és felkészültség* című fejezetében például szerepel a problémamegoldó készségkövetelménye.

Az ISO 14731-ben a hegesztésfelügyeleti személyzet felkészültségére vonatkozó előírások esetén a felkészültségnek minden elemére, a *tudás, a készségek, a személyes, a szociális és a módszertani képességek használatára* gondolni kell, és ezeket a képességeket bizonyítani is kell.

A hegesztésfelügyeleti személyzet értékelése

Ha a szabvány nem rendelkezne így, akkor is a hegesztő szervezet, a gyártó felelőssége lenne a hegesztési felügyelet kialakítása és működtetése, valamint a szabvány előírásainak és a gyártó hegesztési tevékenységének megfelelő felkészültségű személyzet kinevezése, a munkaköri leírásuk, a feladataik, hatás- és jogkörük meghatározása.

Alapvető, hogy a gyártó vezetősége gondosan végezze el a B melléklet szerinti hegesztési és a kapcsolódó lényeges feladatok elemzését. A B mellékletben felsorolt hegesztési és a kapcsolódó feladatok közül elhagyhatók azok, amelyeket a gyártó nem hajt végre, mert a gyártmánya esetén nem szükségesek. A B mellékletben nem szereplő, de a gyártó által végzett hegesztési tevékenységgel viszont ki kell egészíteni a feladatok listáját. A B melléklet új, az egészségvédelemre, biztonságra és környezetvédelemre vonatkozó szakasza valószínűleg nem sok esetben lesz elhagyható. Az elemzés eredményeként összeáll a gyártó hegesztési tevékenységét tükröző feladatsor, amely az alapja lehet a hegesztésfelügyeleti személyzet munkaköri leírásának és a szükséges felkészültség meghatározásának.

Ezek birtokában lehet értékelni az ISO 14731:2019 A melléklete alapján a hegesztésfelügyeleti személyzet felkészültségét. Elemezni kell, hogy a meglévő felkészültség megfelel-e a szükségesnek. Ha nem, intézkedni kell a megfelelő képesítésen és gyakorlaton alapuló felkészültség megszerzésére, és az intézkedés eredményességét is értékelni kell. A felkészültséget bizonyító dokumentált információkat (MSZ EN ISO 9001:2015) pedig meg kell őrizni.

Az A mellékletben felsorolt értékelési szempontok teljesítését igazolni lehet a képesítést vagy minősítést igazoló bizonyítványokkal vagy tanúsítványokkal, a szakmai tapasztalat igazolásával, valamint a személyek szakmai interjú és/vagy a műhely bejárása során végzett, dokumentált értékelésével. A hegesztés szakmai ismereteinek értékelése és igazolása mellett szükség lehet HR módszerek

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

alkalmazására a személyes, szociális, módszertani és a problémamegoldó képességek használatának értékeléséhez és igazolásához.

Összefoglalás

Az ISO 14731:2019 sok mozgásteret ad arra, hogy a gyártó a szabvány megfelelő alkalmazásával megbízható és szakszerű hegesztésfelügyeletet hozzon létre és működtessen. A szabvány európai elfogadása után rövid időn belül megjelenő magyar nyelvű kiadás nagy segítség lesz ebben a hegesztő szervezetek számára. A szabványból a hegesztésfelügyeleti személyzet értékelési szempontjai közül a következőre hívom fel a figyelmet:

„tapasztalat a gyártószervezetben használt, hegesztéssel kapcsolatos szabványok alkalmazásában”.

Ezen a területen mutatkozó hiányosságok kiküszöbölése érdekében az MSZT szolgáltatásaira is lehet támaszkodni, köztük akár az MSZ EN ISO 14731:2019-et bemutató szakmai fórumon való részvétellel.

Irodalomjegyzék

- [1] CEN-CENELEC Guide 31 Competition law for participants in CEN-CENELEC activities
- [2] Ing. Henk J.M. Bodt: EWF-663-19 How does IIW/EWF education match with (EN) ISO 14731:2019
- [3] Dr. Poór Ferenc: Kompetencia a HR tevékenység gyakorlatában - I. rész

Hivatkozott szabványok

- MSZ EN ISO 14731:2019 *Hegesztési felügyelet. Feladatok és felelősség (ISO 14731:2019)*
ISO/TR 25107:2006 *Non-destructive testing. Guidelines for NDT training syllabuses*
ISO/TS 25108:2018 *Non-destructive testing. NDT personnel training organizations*
MSZ EN ISO 9001:2015 *Minőségirányítási rendszerek. Követelmények (ISO 9001:2015)*

*Szabó József

Magyar Szabványügyi Testület, főosztályvezető
MSZT/MB 412 bizottság titkára



Géper

**Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.
MESSER Cutting & Welding AG.
Cutting Systems Magyarországi Képviselete
Kecskemét, Irinyi u. 29. V. 28.
Tel.: +36-76-489-527, 505-256
Tel./Fax: +36-76-481-886, 416-478
e-mail: messer@geper.datanet.hu**

**CNC vezérlésű lézer-, plazma-, vízsugar- és
lángvágó gépek forgalmazása, vevőszolgálat.
Kézi plazmavágók, hegesztő célgépek
forgalmazása, vevőszolgálat.**

**Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz
Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére**



WELDOTHERM®

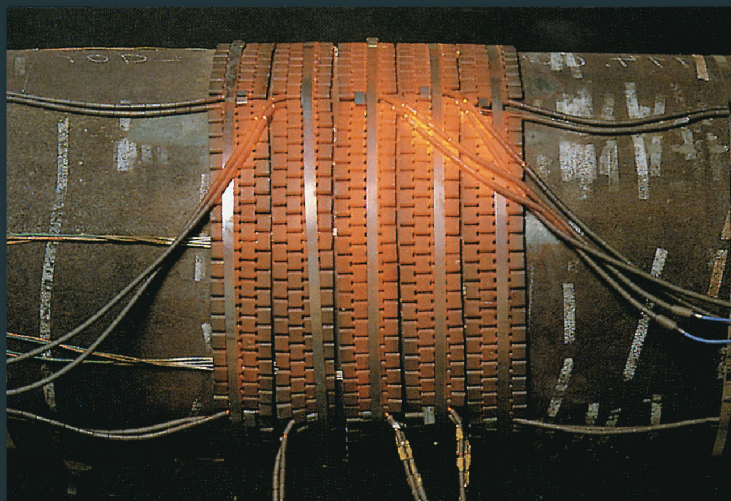
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

*EGYENLETES HŐBEVITEL FÜGGETLENŰL
A MUNKADARAB TÖMEGÉTŐL.
A FOLYAMATOSAN MÉRT HŐFOKVÁLTOZÁSNAK
ÉS A PROGRAMVEZÉRLÉSNEK
KÖSZÖNHETŐEN A HŐFOKELTÉRÉS A TELJES FŰTÉSI
TARTOMÁNYBAN KISEBB MINT 1%.
FOLYAMATOS HŐFOKREGISZTRÁLÁS, KIFORROTT,
BEVÁLT TECHNOLOGIA*

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTAL PÁROSÍTVÁ = WELDOTHERM®



IHR PARTNER BEI DER WÄRMEBEHANDLUNG
PREHEAT AND POSTHEAT SPECIALISTS
PARTNERE A HELYSZÍNI HŐKEZELÉSEKNÉL

WELDOTHERM HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.
8400 AJKA, GYÁR ÚT 40. TELEFON/FAX: 06-88/213-934, 213-935

Varbai Balázs*, Májlinger Kornél**

A nitrogén szerepe a duplex acélok ívhegesztésekor

Bevezetés

Az ipari gyakorlatban, az utóbbi néhány évtől napjainkig, egyre nagyobb szerepet kapnak a nagy szilárdságú acélok [1–6] és alumíniumötvözetek [7–9]. A korrózióálló acélok családján belül növelt szilárdsági tulajdonságokkal ($R_{p0,2} > 450$ MPa lágyított állapotban [10]) a ferrites/ausztenites, azaz duplex acélok bírnak [11,12]. A nagy szilárdság mellett a duplex acélok alkalmazásának egyik nagy előnye a feszültségi korrózióval szembeni kiváló ellenállás [13]. A kiemelkedő korrózióállóságot és mechanikai tulajdonságokat a szövetszerkezetben, az ideális esetben egyenlő arányban jelen lévő ferrites és ausztenites fázisok biztosítják. Ez a fázisarány azonban hegesztéskor, vagy nagy hőmérsékletű (> 250 °C) alkalmazásnál eltolódhat a nagymértékben ferrites vagy egyes esetekben ausztenites szövetszerkezet irányába. Ezen kívül a duplex acélokban esetlegesen létrejövő egyéb másodlagos fázisátalakulások ugyancsak rontják a mechanikai és korróziós tulajdonságokat [14–16].

Korrózióálló acélok ívhegesztésekor többkomponensű, argon alapú védőgázok alkalmazhatók [17]. Duplex acélok volfrámelektrodás semleges védőgázos (TIG) ívhegesztése esetén az argonhoz adagolt néhány százalékos nitrogén védőgázként történő alkalmazása javasolt. Ennek elsődleges oka, hogy lehetőség szerint megelőzzük a duplex acélokban már az alapanyagban, ötvözőként jelen lévő nitrogén mennyiségének csökkenését a varratfémekben. A nitrogén interszticiósan oldódva szilárdságnövelő hatású, és javítja a lyukkorrózióval szembeni ellenállást is. Fémtani szempontból a nitrogén erős ausztenitképző elem, mely elősegíti a hegesztés következtében zömében ferrites varratfém és hőhatásövezet ferrites/ausztenites szövetszerkezetté történő átalakulását, már szilárd állapotban [18].

A hazai védőgázgyártó és -forgalmazó vállalatok duplex acélok TIG-hegesztéséhez általánosan argon + 2–5 % nitrogént tartalmazó védőgázt ajánlanak [19,20]. A védőgázban lévő molekuláris nitrogén (N_2) az ívplazmában atomos nitrogénné disszociál (N), mely atomos nitrogén az ömledékben oldódva (N_{WM}) ki tudja fejteni ausztenitképző hatását. Tiszta argon védőgázzal végzett autogén TIG-hegesztés esetén azonban számolni kell a varratfém nitrogéntartalmának csökkenésével, és ezáltal a ferrittartalom növekedésével.

Munkánk során egy, az iparban leginkább elterjedt hagyományos duplex acél (X2CrNiMoN22–5–3, későbbiekben: „2205”) és két, csökkentett nikkeltartalmú úgynevezett sovány duplex acél (X2CrMnNiN21–5–1: „2101” és X2CrNiMnMoCuN24–4–3–2: „2404”) varratfémének nitrogéntartalmát vizsgáltuk, különböző hőbevitellel végzett, autogén TIG-hegesztés során. Védőgázként tiszta argont és öt kü-

lönböző nitrogéntartalmú (2–50 térfogat % N_2) védőgázkeveréket használtunk.

Kísérleti módszerek

Az alkalmazott duplex alapanyagok PMI® Master Sort spektrométerrel mért kémiai összetételét tartalmazza az 1. táblázat. Mindhárom anyagminőség nitrogénnel ötvözött, ezen belül a sovány duplex acélokban a nitrogéntartalom nagyobb (0,234 % 2101 esetén és 0,276 % 2404 esetén), mely a nikkel ausztenitképző hatását is hivatott pótolni. A nitrogéntartalmat Horiba® EMGA 620-W készülékkel mértük, az alapanyagból és a varratfémről kimunkált ~ 1 g tömegű, és legalább 4 különböző mintán, kísérletenként.

A TIG-hegesztett hernyóvarratok hozaganyag nélküli eljárással készültek, PA pozícióban, $150 \times 80 \times 5$ mm méretű lemezek 2205 anyagminőség esetén és $150 \times 50 \times 3$ mm méretű lemezek 2101 és 2404 anyagminőségek esetén. A lineáris mozgás biztosításához egy egyedileg épített Yamaha® automatát használtunk, az áramforrás ESAB® CaddyTIG 200 volt. A TIG-hegesztéshez CeO_2 -dal adalékolt (2 %) volfrámelektrodát használtunk, 2,6 mm átmérőben. Az elektróda kúpszöge 40° , az alkalmazott áramnem, és polaritás DC- (egyenáram, munkadarab pozitív polaritáson), továbbá az ívhossz 2 mm volt minden hegesztési kísérletnél.

A nitrogéntartalmú (2, 5, 10, 20 és 50 % N_2) argon védőgáz hatásának vizsgálatok az ívenergia (a hőbevitel 100 %-os termikus hatásfokkal számolva) állandó 0,53 és 0,68 kJ/mm volt minden védőgáz esetén. A védőgáz áramlási sebessége 12 l/min volt minden esetben, gyökvédelemként tiszta argont használtunk gázelosztó rézgyámon keresztül, 4 l/min áramlási sebességgel.

Az argon védőgáz (4,6 tisztaságú) és az ívenergia hatásának vizsgálata során szélesebb ívenergiatartományok hatásait vizsgáltuk. A 2205 anyagminőség esetén az ívenergiatartomány 0,25–2,95 kJ/mm, 2101 esetén 0,43–0,86 kJ/mm és 2404 esetén 0,33–0,90 kJ/mm volt.

Eredmények és kiértékelésük

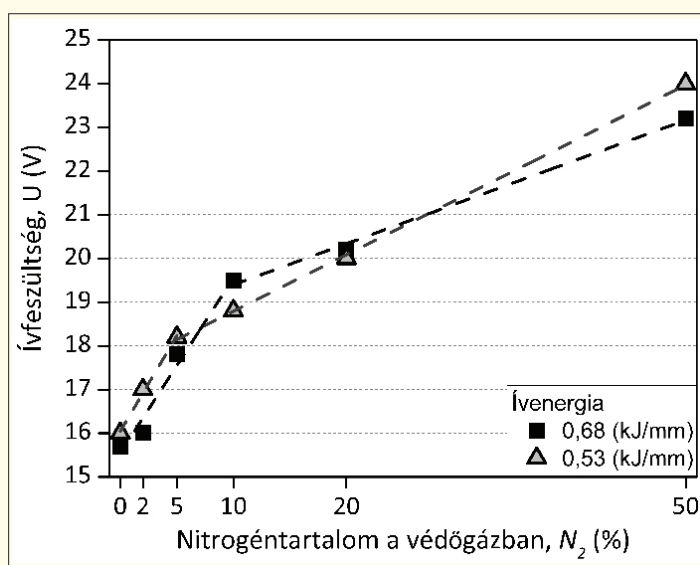
Ebben a fejezetben mutatom be a védőgáz és az ívenergia hatásait a varratfém nitrogéntartalmára és a kialakuló ívfeszültségre.

A nitrogéntartalmú védőgáz hatása az ívfeszültségre

Az állandó ívenergia fenntartása elengedhetetlen volt a hegesztési kísérletek során. A védőgáz nitrogéntartalmával változó ívenergia értékek bizonytalanságot jelentettek vol-

Anyagminőség	Lemezvastagság	Kémiai összetétel (tömeg %)							
		C	Cr	Ni	Mn	Mo	N	Cu	Si
2101	3 mm	0,02	21,5	1,5	4,9	0,3	$0,234 \pm 0,002$	0,3	0,66
2404	3 mm	0,02	24,1	3,6	3,1	1,6	$0,276 \pm 0,001$	0,4	0,70
2205	5 mm	0,02	21,6	4,7	1,9	3,1	$0,181 \pm 0,003$	0,3	0,76

1. táblázat A kísérletekhez használt duplex acélok kémiai összetételei



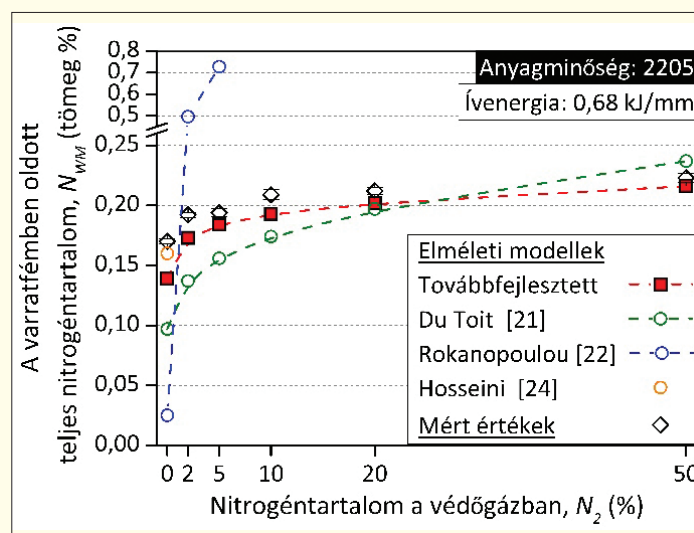
1. ábra. A védőgázban lévő nitrogén hatása a kialakuló ívfeszültségre állandó (2 mm) ívhossz mellett, TIG-hegesztés esetén

na a védőgáz hatásainak értékelésekor, ugyanis az ívplazma fizikai tulajdonságai (például a hőmérséklet) nagymértékben változtak volna. Ezért, a védőgáz N_2 -tartalommal növekvő ívfeszültség értékekhez mindig csökkenő áramerősség érték párosul, állandó hegesztési sebesség mellett. A nitrogén ívfeszültségre gyakorolt hatásának oka az argontól eltérő fizikai tulajdonságokkal magyarázható (például eltérő ionizációs potenciál és hővezetési tényező). Ez a megállapítás különös figyelmet érdemel ipari alkalmazásokban, ahol az argon védőgáz argon + nitrogén keveréké történő változtatása már kis N_2 -tartalom esetén is erősen növekedő hőbeviteli értékeket jelenthet, amennyiben az áramerősség állandó értéken marad. Az N_2 -tartalom és a kialakuló ívfeszültség kapcsolata az 1. ábrán látható, mindhárom anyagminőségnél TIG-hegesztése esetén. A feltüntetett ívfeszültség értékek a hegesztő áramforrás által mért átlagos értékek.

Az 1. ábráról általánosan elmondható, hogy a kialakuló ívfeszültség monoton növekszik a védőgáz nitrogéntartalmával. A kapcsolat köztük lineáris, azonban az illesztett egyenes meredekségében törés figyelhető meg a védőgáz N_2 -tartalmának függvényében. A kisebb N_2 -tartalmú védőgázok esetén az illesztett egyenes meredeksége nagyobb, $\sim 0,42$. Ez azt jelenti, hogy kismértékű nitrogén keverés hatására az ívfeszültség növekedése nagyon jelentős. A nagyobb N_2 -tartalmú védőgázok esetén az ívfeszültség növekedése nem annyira számottevő, az illesztett egyenes meredeksége $\sim 0,11$. Az ívfeszültség növekedésében tapasztalható töréspont a két ívenergia esetén más N_2 -tartalomnál tapasztalható. A törésponthoz tartozó N_2 -tartalom 0,53 kJ/mm ívenergia esetén 5 %, míg 0,68 kJ/mm ívenergia esetén 10 % volt.

A védőgázba kevert nitrogén hatása a varratfém oldottnitrogén tartalmára

Az autogén TIG-hegesztés után a varratfémekben lévő nitrogén mennyisége egy általunk továbbfejlesztett numerikus modell segítségével becsülhető az alapanyag kémiai összetétel, hegesztési technológiai tényezők, védőgáz nitrogéntartalom, és varratgeometriai adatok (ömladék felület és térfogat) ismeretében. A modell a kétirányú nitrogéntransz-



2. ábra. A saját továbbfejlesztett modell és a korábbi modellek [21,22,24] becslésének összehasonlítása a varratfémekben mért nitrogéntartalommal, 2205 anyagminőség és 0,68 kJ/mm ívenergia esetén.

portot az alapanyag és az ívplazma irányába veszi figyelembe. A korábbi modellek [21,22] alapján továbbfejlesztett saját modellünk részletes leírása megtalálható az ingyenes hozzáférésű Metals folyóirat 2019-es júliusi számában [23], azt terjedelmi korlátok miatt részletesen nem fejtjük ki. A továbbfejlesztett modell nitrogéntartalmú védőgáz alkalmazása esetén kisebb, mint 10 %-os hibával becsli a varratfém nitrogéntartalmát, mely jobb, mint a korábbi modellek által adott becslés. A modellek összehasonlítására egy példa látható a 2. ábrán 2205 anyagminőség és 0,68 kJ/mm ívenergia esetére.

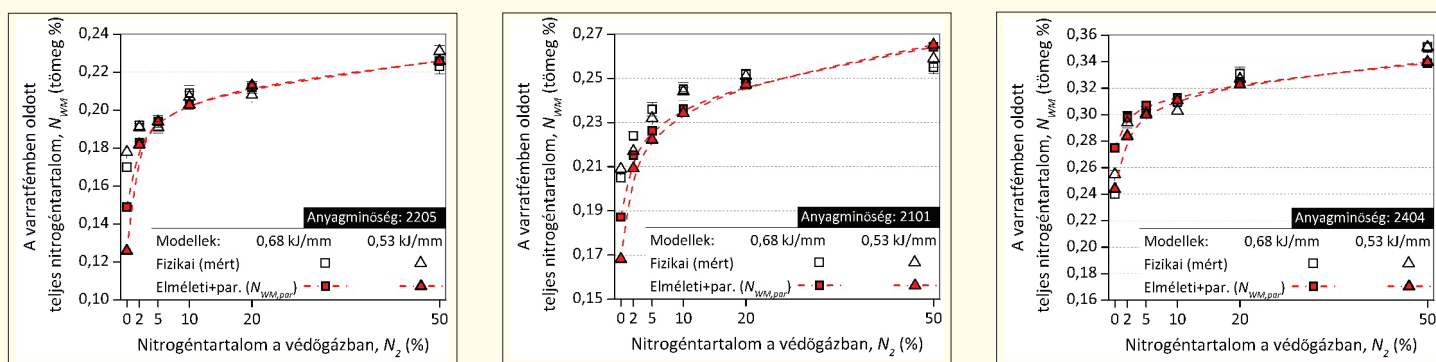
A saját méréseink alapján a becslés hibájának nagysága összefüggésben van az alapanyag nitrogén- és krómtartalmával. A duplex acélok esetében az ömladék nitrogénoldhatósági hatására az alapanyagban lévő krómnak jelentős hatása van [25,26]. Anson és társai [27] és Kobayashi és társai [28] eredményei alapján egyensúlyi körülmények között a krómnak a nitrogén oldhatóságra gyakorolt hatása ugrásszerűen növekszik 20 % Cr-tartalom felett, duplex acélok esetében. Saját mérési eredményeink alapján ez az ugrásszerű változás az új generációs duplex acélok (növelt nitrogéntartalmú 2205, 2101 és 2404 típusok) autogén TIG-hegesztése esetén 22 % Cr-tartalom felett érvényesül igazán. Ezek alapján a továbbfejlesztett modellt (N_{WM}) kiegészítjük egy, az alapanyag kezdeti nitrogén- (N_a) és krómtartalmát (Cr_a) (1. táblázat) figyelembe vevő paraméterrel ($N_{WM,par}$):

$$N_{WM,par} = N_{WM} + \left(\frac{N_a}{10} + \frac{Cr_a - 22}{50} \right), \text{ (tömeg \%)} \quad (1)$$

ahol N_a és Cr_a az alapanyag kezdeti nitrogén- és krómtartalma tömeg %-ban.

A saját paraméterrel kiegészített becsült értékek a mért értékekkel összehasonlítva láthatók a 3. ábrán. Az ábrából látható, hogy a saját paraméterrel ellátott modell jellegre helyesen mutatja a varratfém nitrogéntartalmának telítődését a védőgáz növekvő N_2 -tartalmával.

A paraméterrel kiegészített modell már a kis N_2 -tartalmú védőgázok esetén is kevesebb, mint 5 %-os hibával becsli a varratfémekben várható nitrogéntartalmat. Ez az ered-



3. ábra. A saját paraméterrel kiegészített továbbfejlesztett modell által becsült és a varratfémbe mért nitrogéntartalom összehasonlítása, 2205, 2101 és 2404 anyagminőségek esetén.

mény ipari alkalmazásokban is nagy figyelemre tehet szert, ugyanis egyszerű varratgeometriai mérésekkel (végkráter geometria és beolvadási mélység), a hegesztési technológiai tényezők ismeretében jó közelítéssel becsülhető a varratfém teljes oldott nitrogéntartalma, ami szoros kapcsolatban áll a kialakult ausztenittartalommal és ezáltal a mechanikai és korróziós tulajdonságokkal.

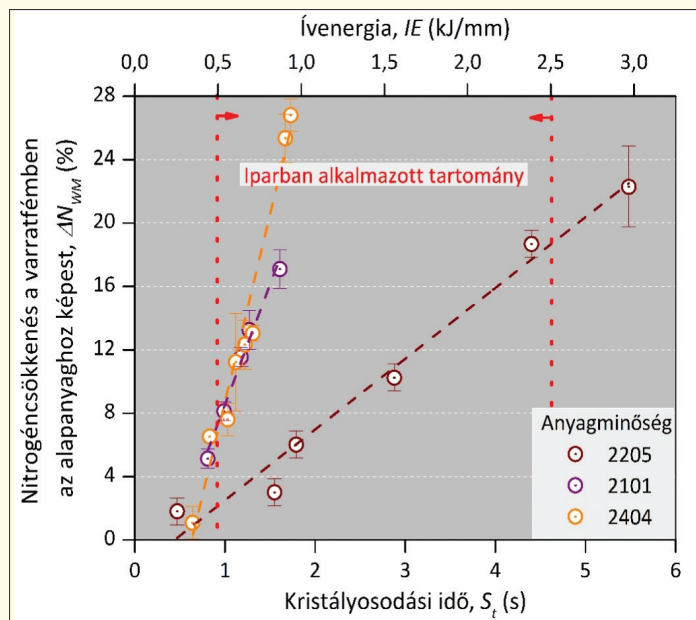
A tiszta argon védőgáz alkalmazása esetén a modell által adott becslés nagyobb 15–20 % eltérést ad. Ezért ebben az esetben szélesebb ívenergia tartományon belül TIG-hegesztett varratok értékelésére van szükség.

A tiszta argon védőgáz és az ívenergia hatása a varratfém nitrogéntartalmára

A varratfém nitrogéncsökkenés vizsgálatakor az ívenergia helyett az ezzel szorosan összefüggő kristályosodási idő figyelembevételére van szükség. Ennek oka, hogy a hegesztés közben az ömledékből történő nitrogéncsökkenés számottevően csak a folyadék állapotban zajlik le. A kristályosodási sebesség becslésére Messler szerint [29] a következő egyenlet használható:

$$S_t = \frac{LH \cdot HI}{2\pi \cdot ka \cdot \rho \cdot C(T_m - T_0)} \quad (s) \quad (2)$$

ahol S_t a kristályosodási sebesség másodpercben, LH a látenshő J/mm^3 -ben, HI a hőbevitel J/mm -ben, ka az alapszövet hővezetési tényezője $J/(m \cdot s \cdot K)$ -ben, ρ az ömledék sűrűsége a hegesztés hőmérsékletén g/mm^3 -ben, C az alapszövet fajhője $J/(g \cdot K)$ -ben. A T_m a likvidusz hőmérséklet Kelvinben (egyszerűsítve egységesen 1733 K) és T_0 a szobahőmérséklet Kelvinben (egységesen 298 K). Az LH értéke $2,06 J/mm^3$ (2205 anyagminőségre [30], amit elérhető adat hiányában a másik két sovány duplex anyagminőségre is használtam), ka értéke $0,015 J/(m \cdot s \cdot K)$ 2205 és 2101 anyagminőségekre [31,32], $0,0145 J/(m \cdot s \cdot K)$ 2404 anyagminősége [33]. A C értéke $0,5 J/(g \cdot K)$ mindhárom anyagminőség esetén [31–33]. A [34] szerint az ömledékre számolt sűrűség $0,00685 g/mm^3$ mindhárom anyagminőség esetén.



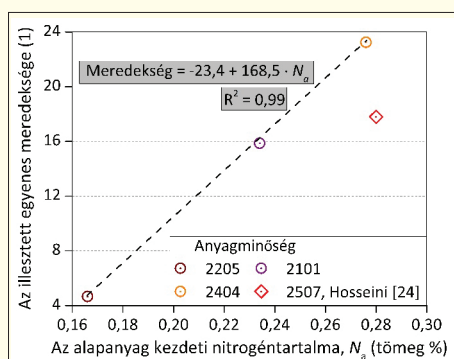
4. ábra. A varratfém nitrogéntartalmának csökkenése az ömledék kristályosodási sebessége és a hegesztéshez alkalmazott ívenergia függvényében.

Az alapszövet nitrogéntartalmával osztott varratfém nitrogéncsökkenés százalékos értékét (ΔN_{WM}) a kristályosodási idő (S_t) függvényében mutatja a 4. ábra.

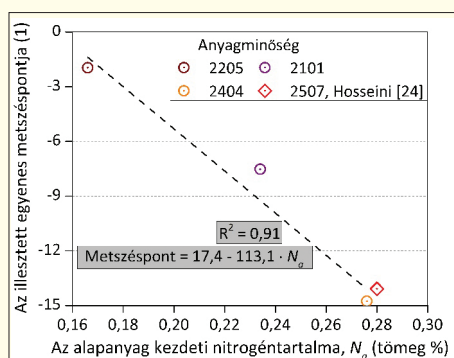
A 4. ábrából látható, hogy az iparban alkalmazott ívenergia tartományon belül a varratfém nitrogéntartalmának csökkenése igen jelentős, az alapszövethez képest akár 28 % is lehet. A nitrogéncsökkenés mértéke azonban az ívenergia mellett az alapszövet típusától is függ. A 2. táblázatban a 4. ábra. mérési eredményeire illesztett egyenesek egyenletei olvashatók. Látható, hogy az illesztett egyenes meredeksége, és y tengellyel vett metszéspontja is változik az anyagminőség függvényében. Növekvő alapszövet kezdeti nitrogéntartalommal az egyenes meredeksége is növekszik (a metszéspont pedig csökken).

Anyagminőség	Kapcsolat a kristályosodási sebesség S_t és a varratfém nitrogéncsökkenés ΔN_{WM} között	Az illesztés pontossága, R^2 (1)
2205	$\Delta N_{WM} = -1,9 + 4,5 \cdot S_t, (\%)$	0,95
2101	$\Delta N_{WM} = -7,5 + 15,9 \cdot S_t, (\%)$	0,99
2404	$\Delta N_{WM} = -14,8 + 23,3 \cdot S_t, (\%)$	0,96

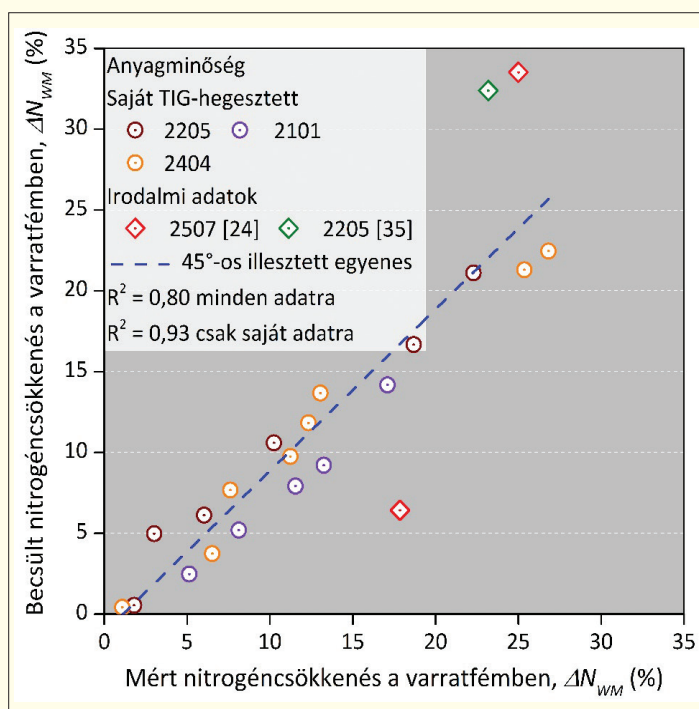
2. táblázat. Kapcsolat a kristályosodási sebesség és a varratfém nitrogéncsökkenés között és az illesztés jósága



5. ábra. Az illesztett egyenesek (4. ábra) meredeksége az alapanyag kezdeti nitrogéntartalmának függvényében



6. ábra. Az illesztett egyenesek (4. ábra) metszéspontja az alapanyag kezdeti nitrogéntartalmának függvényében.



7. ábra. Az 5. egyenlet szerint becsült és a mért, alapanyag nitrogéntartalmával osztott varratfém nitrogéncsökkenés százalékos értékét (ΔN_{WM}) összehasonlítása saját és szakirodalmi [24] [35] eredményekkel.

Az 5. ábra. az illesztett egyenes meredekségének, a 6. ábra. pedig a metszéspontjának változását mutatja az alapanyag nitrogéntartalmának függvényében.

Az 5. és 6. ábrákon szerepelnek Hosseini és társai [24] eredményei is, melyek mindösszesen két pontra illesztett egyenes meredekségét és metszéspontját mutatják, ezért a kiértékelésben nem vesznek részt, csak a változás jellegének bemutatása miatt kerültek ábrázolásra. Az ábrákból látható, hogy mind a meredekség, mind a met-

széspont kapcsolata az alapanyag kezdeti nitrogéntartalmával lineáris:

$$\text{Metsz} = 17,4 - 113,1 \cdot N_a, (\%) \quad (3)$$

$$\text{Mer} = -23,4 + 168,5 \cdot N_a, (\%/s) \quad (4)$$

Az alapanyag nitrogéntartalmával osztott varratfém nitrogéncsökkenés százalékos értéke (ΔN_{WM}) a kristályosodási sebesség és az alapanyag nitrogéntartalmának függvényében becsülő egyenlet az 5. és 6. ábrák alapján:

$$\Delta N_{WM} = 17,4 - 113,1 \cdot N_a + -23,4 + 168,5 \cdot N_a \cdot S_t, (\%) \quad (5)$$

Az 5. egyenlettel, melynek ugyan nincs fizikai tartalma, csak egy regressziós egyenes, becsülhető a varratfém mért nitrogéncsökkenés mértéke argon védőgázzal végzett autogén TIG-hegesztés esetén. Az 5. egyenlet szerint becsült és a mért, az alapanyag nitrogéntartalmához normalizált varratfém nitrogéncsökkenés összehasonlítása látható a 7. ábrán.

A 7. ábrán látható 45°-os egyenes illesztési pontossága a szakirodalmi eredményekkel együtt is (amik jóval kevesebb mérésből kerültek meghatározásra, mint a sajátjaink): $R^2 = 0,80$, saját méréseinkre illesztve $R^2 = 0,93$. Ennek értékelésekor figyelembe kell vennünk, hogy a kristályosodási sebesség számításakor a különböző duplex anyagminőségek fizikai tulajdonságaira többször egyszerűsítéseket kellett alkalmazni az elérhető szakirodalmi adatok hiánya miatt. A 7. ábrán az egyes esetekben látható nagyobb eltérés a becsült és mért ΔN_{WM} értékek között ($\sim 10\%$) csak néhány század tömeg % ($\sim 0,03$ tömeg %) hibát jelent a tényleges nitrogéntartalomban.

Összefoglalás

Ebben a munkánkban a védőgáz nitrogéntartalmának és az alkalmazott ívenergiának a hatásait vizsgáltuk autogén TIG-hegesztett hagyományos és sovány duplex acélok varratfémének nitrogéntartalmára. A korábban létrehozott numerikus modellünket kiegészítettük egy, az alapanyag kezdeti nitrogén- és krómtartalmától függő paraméterrel, mely segítségével már kis nitrogéntartalmú gázkeverékek esetén is kisebb, mint 5 %-os hibával becsülhető a varratfém nitrogéntartalma a technológiai tényezők, és néhány ömledé geometriai méret ismeretében. Tiszta argon védőgáz esetére meghatároztunk egy regressziós egyenest, mely jó közelítéssel becsli a varratfém nitrogéntartalmának csökkenését szélesebb ívenergia-, és alapanyag összetételi tartományra. A varratfémekben oldott nitrogéntartalom szoros kapcsolatban van az ausztenittartalommal és ezáltal a mechanikai és korróziós tulajdonságokkal. Az általunk meghatározott összefüggések segítségével jól becsülhető a varratfém várható nitrogéntartalma duplex acélok autogén TIG-hegesztése esetén.

Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült (BO/00196/16/6). A Projekt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával - NKFIH, valósult meg (OTKA PD 120865).

Köszönjük a Linde Magyarország Zrt-nek és személyesen Gyura László Úrnak is a kísérletekhez használt védőgázkeverékek rendelkezésünkre bocsátását.

Hivatkozások

- [1] Dobosy Á and Lukács J 2015 S690QL jelű acélok hegesztettségének és fáradással szembeni ellenállásának vizsgálata *Hegesztéstechnika* **26** 51–9
- [2] Palotás B and Pogonyi T 2017 Korszerű nagyszilárdságú acélok ellenállás ponthegesztésének eredményei a Dunaújvárosi Egyetemen *Gép* **68** 27–33
- [3] Bagyinszki G and Bitay E 2017 Hegeszthetőségi szempontok növelt szilárdságú acélokra: Weldability Standpoints for Increased Strength Steels A XXII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai : *Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers* ed E Bitay (Kolozsvár: Óbudai Egyetem, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME)) pp 83–6
- [4] Kovács-Coskun T A and Vajdics D 2015 A TRIP acél ponthegesztésének hatása *Műszaki Tudományos Közlemények* **2** 227–34
- [5] Katula L, Frank M and Lublóy É 2015 Ellenállás-ponthegesztés hatása tűzihorganyzott lemezek korrozív viselkedésére *Acélszerkezetek* **12** 76–84
- [6] Tajti F, Berczeli M and Weltsch Z 2019 Nagyszilárdságú járműipari acél nedvesedési tulajdonságainak javítása lézersugaras felületkezeléssel *GRADUS* **6** 142–7
- [7] Kovács J, Németh G, Raghawendra S, Gáspár M and Jám-bor P 2019 Hőhatásövezeti tulajdonságok fizikai szimulációra alapozott vizsgálata 7075-t6 autóipari alumíniumötvözet esetén *Hegesztéstechnika* **30** 47–52
- [8] Németh G, Kovács J, Raghawendra S, Gáspár M and Jám-bor P 2019 Hőhatásövezeti tulajdonságok fizikai szimulációra alapozott vizsgálata különböző szilárdságú autóipari alumínium ötvözetek esetén *Hegesztéstechnika* **30** 41–50
- [9] Lakos S and Gyura L 2018 Teljesítménynövelés lehetőségei alumínium ötvözetek TIG-hegesztése során 29. *Nemzetközi Hegesztési Konferencia* ed I Török (Miskolc: Miskolci Egyetem) pp 105–15
- [10] MSZ EN 10088:2015-2 *Korrózióálló acélok 2. rész: Az általános felhasználású, korrózióálló acél finom- és durvalemezek és szalagok műszaki szállítási feltételei*
- [11] Dobránszky J and Kovács D 2016 Szemlézés a rozsdamentes acélok gyártásának európai kutatásaiból *Bányászati Kohászati Lapok - Kohászat* **149** 6–10
- [12] Dobránszky J and Sándor T 2008 Új trendek a korrózióálló acélok hegesztésében *Hegesztéstechnika* **19** 8–13
- [13] Bödök K 1997 *Az ötvözetlen, gyengén és erősen ötvöztet acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére.* Corweld, Budapest.
- [14] Pálfi N, Berecz T, Fazakas É and Fábíán E R 2017 Mikro-szerkezeti változások 900 °C-on hőn tartott, majd alakított SAF 2507 típusú duplex korrózióálló acélban *OGÉ 2017: XXV. Nemzetközi Gépészeti Konferencia : 25th International Conference on Mechanical Engineering* (Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT)) pp 303–6
- [15] Mészáros I and Bögre B 2019 Complex Study of Eutectoidal Phase Transformation of 2507-Type Super-Duplex Stainless Steel *Materials (Basel)*. **12** 2205
- [16] Dobránszky J 2002 A duplex acélokból izotermikusan végbemenő fázisátalakulások *BÁNYÁSZATI KOHÁSZATI LAPOK-KOHÁSZAT* **135** 6–12
- [17] Halász G 2015 Korszerű háromkomponensű védőgázok bevezetésének és alkalmazásának tapasztalatai *Hegesztéstechnika* **26** 61–6
- [18] Varbai B, Pickle T and Májlínger K 2019 Effect of heat input and role of nitrogen on the phase evolution of 2205 duplex stainless steel weldment *Int. J. Press. Vessel. Pip.* 103952
- [19] Linde Gázkeverékek hegesztéshez. <https://www.lindegas.hu/shop/hu/hu-ig/gaz/hegeszto-gaz>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [20] Messer Védőgázok WIG-hegesztéshez. <https://www.messer.hu/vedogazok-wig-hegesztes>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [21] Du Toit M 2001 *The Behaviour of Nitrogen during the Autogenous Arc Welding of Stainless Steel*. PhD doktori értekezés, University of Pretoria
- [22] Rokanopoulou A, Skarvelis P and Papadimitriou G D 2019 Welding design methodology for optimization of phase balance in duplex stainless steels during autogenous arc welding under Ar–N₂ atmosphere *Weld. World* **63** 3–10
- [23] Varbai B and Májlínger K 2019 Physical and Theoretical Modeling of the Nitrogen Content of Duplex Stainless Steel Weld Metal: Shielding Gas Composition and Heat Input Effects *Metals (Basel)*. **9** 762
- [24] Hosseini V A, Wessman S, Hurtig K and Karlsson L 2016 Nitrogen loss and effects on microstructure in multipass TIG welding of a super duplex stainless steel *Mater. Des.* **98** 88–97
- [25] Woo I and Kikuchi Y 2002 Weldability of High Nitrogen Stainless Steel. *ISIJ Int.* **42** 1334–43
- [26] Zhao L, Tian Z L and Peng Y 2008 Control of nitrogen content and porosity in gas tungsten arc welding of high nitrogen steel *Sci. Technol. Weld. Join.* **14** 87–93
- [27] Anson D R, Pomfret R J and Hendry A 1996 Prediction of the Solubility of Nitrogen in Molten Duplex Stainless Steel *ISIJ Int.* **36** 750–8
- [28] Kobayashi Y, Todoroki H, Shiga N and Ishii T 2012 Solubility of Nitrogen in Fe–Cr–Ni–Mo Stainless Steel under a 1 atm N₂ Gas Atmosphere *ISIJ Int.* **52** 1601–6
- [29] Messler Jr R W 2004 *Principles of Welding: Process, Physics, Chemistry, and Metallurgy*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN-13: 978-0-471-25376-1
- [30] Makeitfrom UNS S32205 Stainless Steel Thermal properties. <https://www.makeitfrom.com/material-properties/UNS-S32205-Stainless-Steel>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [31] MatWeb Outokumpu 2205 Duplex Stainless Steel. <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=-000b4e364a7d41b78d23ea8ede78491e>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [32] Outokumpu Forta LDX 2101. <http://steelfinder.outokumpu.com/properties/GradeDetail.aspx?OKGrade=LDX 2101&Category=Forta>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [33] Outokumpu Forta LDX 2404. <http://steelfinder.outokumpu.com/properties/GradeDetail.aspx?OKGrade=LDX 2404&Category=Forta>, Utoljára megtekintve: 2019. augusztus 15.
- [34] Mizukami H, Shirai Y, Yamanaka A and Watanabe T 2000 Prediction of Density of Stainless Steel *ISIJ Int.* **40** 987–94
- [35] Hertzman S, Pettersson R J, Blom R, Kivineva E and Eriksson J 1996 Influence of shielding gas composition and welding parameters on the N-content and corrosion properties of welds in N-alloyed stainless steel grades *ISIJ Int.* **36** 968–76

Varbai Balázs*, Májlínger Kornél**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék



HEGESZTŐROBOTOK

Az igm több mint 50 éve látja el a piacvezető gyártókat hegesztőrobot technológiával. Vevőspecifikus megoldások magasfokú precizitást biztosítanak és extrém terhelhetőséget garantálnak. Mindenhol, ahol szükség van rá, minden szakmában, minden anyaghoz és minden követelményhez.

Szakmai gyárlátogatásra jelentkezés:

Email: gyoer@igm-group.com

T: +36 96 511 980

igm Robotersysteme AG
2355 Wiener Neudorf, Österreich
www.igm.at

igm Robotrendszerek Kft
9027 Győr, Magyarország
www.igm-group.com/hu

igm



Nacsa Gergely*, Gyura László**

Különböző szilárdságú acélok láng egyengetési tapasztalatai

Bevezetés

A hegesztett szerkezetek tervezésénél, méretezésénél, illetve a hegesztéstechnológia megválasztásánál arra törekszünk, hogy a szerkezet gyártása során minél kevesebb deformációt szenvedjen. A technológiai fegyelem maximális betartása mellett is sok esetben termékeink tűréshatárt meghaladó kisebb-nagyobb alakváltozása sokszor elkerülhetetlen. Ezért szerkezeinket mechanikus vagy termikus hőforrással szükséges egyengetnünk.

Napjainkban az acélszerkezet- és gépgyártó vállalatok előszeretettel alkalmazzák a láng-, (vagy egyéb meleg-) egyengetési technológiákat alkatrészek, hegesztett szerkezetek mérethelyességének és alakhűségének visszanyerése, biztosítása érdekében.

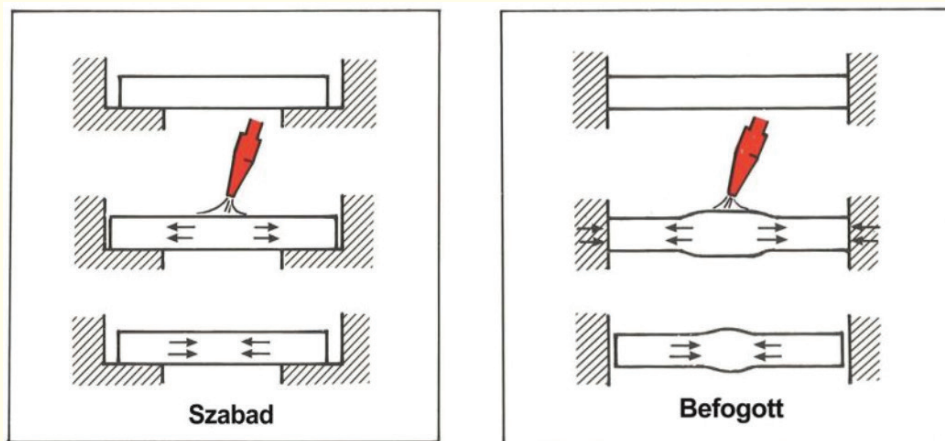
A technológia paramétereinek pontos előírására korábban is volt igény, de az EN 1090 szabványsorozat bevezetése miatt egyre inkább előtérbe kerül a láng egyengetés lépéseinek pontos betartása és annak dokumentálása.

A meleg egyengetés fontos része a szerkezet gyártási életciklusának, ezért ismerni kell a technológiához tartozó fizikai jelenségek működését, tapasztaltnak kell lenni az eljárás végrehajtásában, valamint ismerni kell az alkalmazott anyagok mechanikai és szövetszerkezeti változásait is.

Az új fejlesztésű korszerű anyagok esetén (pl. Q+T és TM acélok) sok esetben nincsen meg a kellő tapasztalat az anyag lehetséges viselkedéséről. Jelenleg nagyon kevés szakirodalom foglalkozik az acélok láng egyengetésével, különösen a nagyszilárdságúak esetén. Emiatt ajánlott előzetes technológiai vizsgálatokkal igazolni a láng egyengetés alkalmazhatóságát.

Alábbi összefoglalónk több anyagminőség esetén elvégzett kísérletsoporton keresztül mutatja be, hogy az egyes anyagokat hogyan befolyásolja a különböző módon elvégzett egyengetési technológia.

Jelen írásunkban két anyagcsoport (normalizált és nagyszilárdságú szerkezeti acélok), 4 anyagminőségű, eltérő lemezzavastagságú alapanyagból (S355J2+N, S460N, S690QL, S960QL)



1. ábra. Befogás nélküli és alakváltozásban gátolt rúd hevítése és annak következményei [2]

készült hegesztett I-tartó esetén vizsgáltuk, hogy a különböző módon láng egyengetett munkadarabokon, milyen szövetszerkezeti, keménység, szívósság, valamint szilárdság változások következtek be. Az ismertetés során csak a legfontosabb változásokat és eredményeket mutatjuk be. Vizsgálataink teljes szövetszerkezet és keménység vizsgálati eredményeit az [1] szakirodalom tartalmazza.

Külön említést érdemel, hogy a nememesített nagyszilárdságú acélok esetén a hőbevitellel járó technológiák alkalmazása során (pl. termikus vágások, hegesztés, meleg egyengetés) igen körültekintően kell eljárni. Az óvatosságot a hagyományos acélokhoz képesti nagyobb ridegedési hajlamuk miatt igénylik.

A láng egyengetés alapelve

A hegesztés és rokontechnológiák, melyeket hőközlés kísért, feszültségeket hagynak az anyagban, amelyek a későbbi lehűlés során, deformáció, illetve alakváltozás formájában igyekeznek leépülni. A láng egyengetés azon a fizikai elven alapszik, hogy a fémek hevítés hatására tágulnak, hűtés hatására pedig zsugorodnak.

A láng egyengetés alapelvét mutatja az 1. ábra. Ha egy befogás nélküli rúdunkat hevítünk, akkor az kitágul, majd lehűlés után az eredeti hosszára zsugorodik vissza. Azonban ha befogott

rúdon végezzük el mindezt, meggátolva a szabad alakváltozást, hosszirányban nem lesz képes tágulni, melynek eredményeként nyomófeszültségek ébrednek benne. Minél több hőt közlünk az anyaggal, minél magasabb hőmérsékleten, annál nagyobb lesz a nyomófeszültség, amely végül eléri az anyag folyáshatárát. Ekkor képlékeny alakváltozás következik be, amely hatására a rúd „megduzzad”. A lehűlés után a képlékeny alakváltozás megmarad, a rúd pedig hosszirányban zsugorodik. [2]

A láng egyengetés hatása az acélok tulajdonságaira

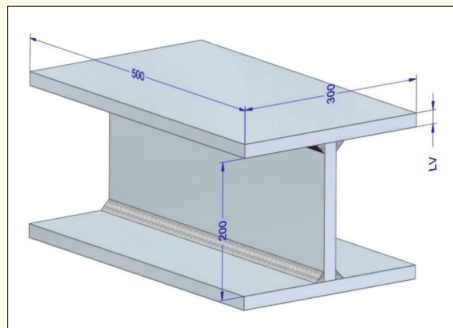
A hőbevitel mértéke alapján a láng egyengetést két esetre lehet osztani.

Az első eset alapján a szerkezetnek a teljes keresztmetszetéhez képest gyakorlatilag csak a felületi réteget hevítjük fel. Így a hőbevitel mértéke a munkadarab anyagvastagságához képest csekély, az anyag gyors hűlése mellett. Azonban amikor a munkadarab egész keresztmetszetét lokálisan hevítjük fel, magas hőbevitelre és alacsony hűlési sebességre számíthatunk. [5]

Az anyagok mechanikai tulajdonságai szempontjából a legfontosabb az, hogy a láng egyengetést milyen hőmérsékleten, illetve milyen hűlési feltételek között végezzük. Az acélok nál az egyengetés hatására bekövet-

Szállítási állapot	Rövid szakaszon, felületi hevítés	Rövid szakaszon, teljes keresztmetszetű hevítés	Teljes keresztmetszetű hevítés, hosszú hőntartási idővel
Normalizált, ötvöztelen acél 355 MPa szilárdságig	$\leq 900\text{ °C}$	$\leq 700\text{ °C}$	$\leq 650\text{ °C}$
Termomechanikusan hengerelt acélok, 460 MPa szilárdságig	$\leq 900\text{ °C}$	$\leq 700\text{ °C}$	$\leq 650\text{ °C}$
Termomechanikusan hengerelt acélok 500-700 MPa szilárdság között	$\leq 900\text{ °C}$	$\leq 600\text{ °C}$	$\leq 550\text{ °C}$
Nemesített nagyszilárdságú acélok (pl. S690QL, S960QL)	$\leq$ a választott alapanyag megeresztési hőmérséklete alatt általában 20 °C -al (kb. 530 °C)		

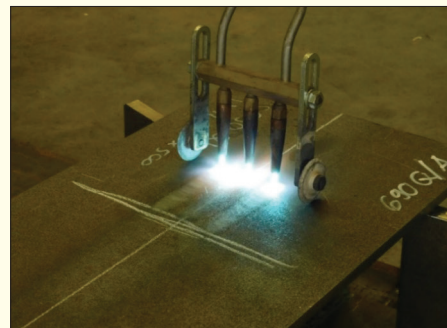
1. táblázat. Ajánlás a lángegyengetés hőmérsékletének maximum értékeire [4]



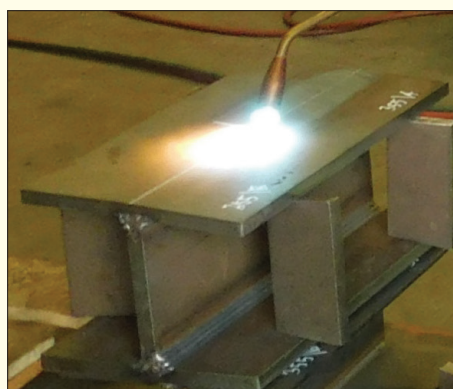
2. ábra. Az I-tartók jellegzetes méretei [1]



3. ábra. S690QL LV20 I-tartó hevítést követő vízzel hűtése [1]



4. ábra. „A” normál hevítés – S690QL LV12 [1]



5. ábra. Túlhevítés S355J2+N LV20 [1]

kező szövetszerkezeti változásokat, az egyengetési hőmérséklettől függően két típusba lehet sorolni: [5]

- Eutektikus hőmérséklet alatti egyengetés ($T \leq 700\text{ °C}$),
- Eutektikus hőmérséklet feletti egyengetés ($T > 700\text{ °C}$).

Ebben nyújt segítséget a CEN/TR 10347:2006 „Útmutató a szerkezeti acélok feldolgozásához” című műszaki jelentés, amely ajánlásokat ad a különböző technikával kivitelezett lángegyengetések esetén az egyes típusú acélok maximális hőmérsékletére vonatkozóan.

A lángegyengetési kísérlet részletezése

Kísérletünket egy klasszikus lángegyengetési feladat tovább gondolt változatának vizsgálatán keresztül mutatjuk be.

A feladat különböző anyagminőségekből hegesztett I-tartók torzulásainak korrigálása lángegyengetéssel. Kísérletünk során azt is vizsgáltuk, hogy lemezvastagságtól függően a lángegyengetés hogyan befolyásolja az egyes alapanyagok tulajdonságait.

A kísérlet során a következő anyagminőségeket és adott anyag esetén a következő vastagságú (LV – mm) lemezeket használtuk:

S355J2+N	LV8 és LV20
S460N	LV10 és LV30
S690QL	LV12 és LV20
S960QL	LV8 és LV25

A kísérletekhez készített I-tartók fő méretei a 2. ábrán láthatók. [1]

Az I-tartók lángegyengetése

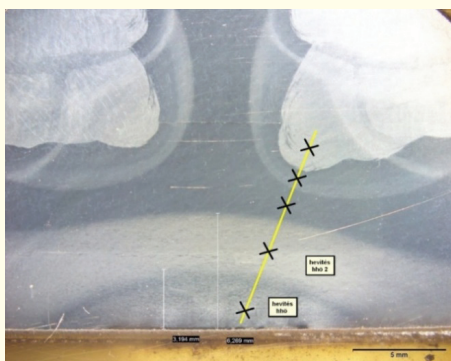
A lángegyengetés hatékonysága nagyban függ attól, hogy az anyagot milyen hőmérsékletre hevítjük fel (a korábban bemutatott hőtágulás jelentősen függ a hőmérséklettől). Fontos, hogy elkerüljük az anyag túlhevülését, ezáltal annak tulajdonságainak megváltozását, illetve a túl magas hőmérséklet miatt a lokális felületi megolvadás veszélyét. A kísérletek során kiemelten vizsgáltuk a túlzott hőbevitel hatásának jelentőségét. Emellett az ipari gyakorlatban sok helyen alkalmazott hűtési módok (sűrített levegő, vízpermet) hatásait is vizsgáltuk, amelyet a szerkezetek hűlési idejének csökkentése és az egyengetési hatékonyság növelése érdekében alkalmaznak sok helyütt az iparban. Ez a helyenként felhevült részeket kedvezőtlenül (mint egy kéregedzési technoló-

gia) befolyásolhatja, különös tekintettel az anyag túlhevítése esetén. Az előbb említett események hatásai pontosan nem ismertek, azonban a hegesztett szerkezetek gyártásánál, a helyi hevítést szenvedett részek szövetszerkezeti változásai károsan befolyásolhatják a szerkezet mechanikai tulajdonságait.

Ezen változások vizsgálatára a kísérlet során meghatározott hegesztett I-tartóknál a következő lángegyengetési hőmérsékleteket és hűtési módokat határoztuk meg:

- A: normál hevítés ($750\text{--}800\text{ °C}$), levegőn történő spontán kihűlés (4. ábra)
- B: túlhevítés ($1000\text{--}1200\text{ °C}$), levegőn történő spontán kihűlés (5. ábra)
- C: normál hevítés ($750\text{--}800\text{ °C}$), sűrített levegővel folyamatosan lehűtve,
- D: normál hevítés ($750\text{--}800\text{ °C}$) vízszugárral lehűtve (3. ábra). [1]

Az egyengetési hőmérsékletek meghatározásához a már említett CEN/TR 10347:2006 műszaki jelentést vettük alapul. A nemesített nagyszilárdságú acélok esetében némileg eltértünk az ajánlott értéktől, amelynek oka, hogy gyakorlati tapasztalatok alapján, magasabb hőmérsékleten, a szerkezetek jobban egyengethetők. A „vékony” lemezek (LV12 alatt) hevítéséhez egy speciálisan kialakított 3 fejes, fejenként 1-1 lángú acetilén-oxigén üzemű égőt (4. ábra) használtunk. Vastag lemezek esetén nagy teljesítményű, szintén acetilén-oxigén üzemű egyfejes több lángú hevítő égőt alkalmaztunk (5. ábra). [1]



6. ábra. A minták általános keménységmérési helyei [1]

A lángegyengetési módok hatása az alkalmazott anyagok keménységére

Az egyengetett munkadarabokból készített makroszkópi csiszolatokon a keménység mérések a 6. ábrán látható terv alapján történtek. Minden előkészített darab esetében 5 db mérésre került sor. Az egyengetésnél felhevített területen (hőhatásövezet – hhö) a hevített felülethez közel, ill. felülettől távolabbi helyen (hőhatásövezet2 – hhö2), továbbá az I-tartó készítése során létrehozott sarokvarrat varratfémjében, annak hőhatásövezetében, illetve az alapanyagban mértünk keménységet. [1]

A mérési eredményeink alapján az S355J2+N acéltípus esetében, valamint a nemesített nagyszilárdságú szerkezeti acélok mintái közül, az S690QL anyagnál kisebb mértékű, az S960QL-es anyagnál jelentősebb keménységváltozás jött létre az egyes egyengetési módok között. [1]

A keménységmérések alapján az alábbi általános megállapításokat tehetjük:

S355J2+N alapanyag (7. ábra):

- az LV8 és LV25 minták egyengetési módjainál, csak az egyengetés utáni vízűtés esetében jelentkezett az alapanyagnál nagyobb mértékű keménység növekedés (372 HV). A többi egyengetési típus között szignifikáns különbség nem volt tapasztalható. [1]

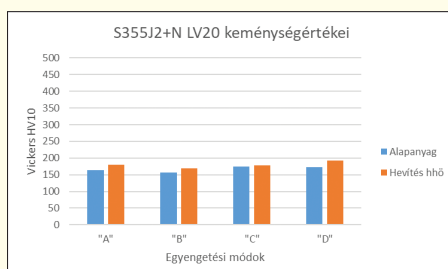
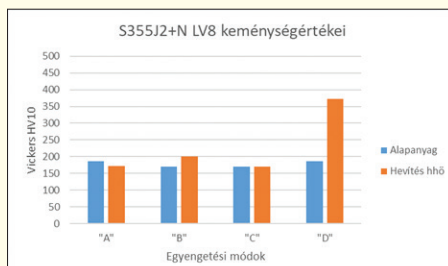
S690QL alapanyag (8. ábra):

- az LV12 és LV20 minták között eltérő keménységi értékek adódtak az eltérő hővezetés miatt,
- az LV12 minta esetében az alapanyaghoz viszonyítottan a hevített zónában magasabb keménység értékek voltak kimérhetők, azonban az egyes módok között nem volt észlelhető nagyobb eltérés,
- az LV20 esetében az alapanyaghoz képest az egyes módok hevítésének hőhatásövezetei között csak a vízű-

Acélcsoportok ISO/TR 15608 szerint	Hőkezelés nélkül	Hőkezeléssel
1 ^a , 2 ^b	380	320
3 ^b	450	380

a – ha keménységmérés szükséges
b – $R_{eh} > 890 \text{ N/mm}^2$ legkisebb előírt folyáshatárú acélok esetén külön kell az értékeket előírni

2. táblázat. A megengedett legnagyobb HV10 Vickers keménységértékek [6]



7. ábra. S355J2+N LV8 és LV20 HV10 keménységértékei különböző egyengetési módok esetén [1]

téses esetben volt észrevehető enyhe keménységnövekedés. [1]

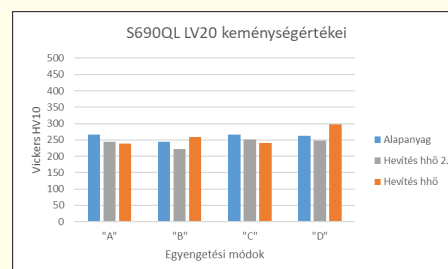
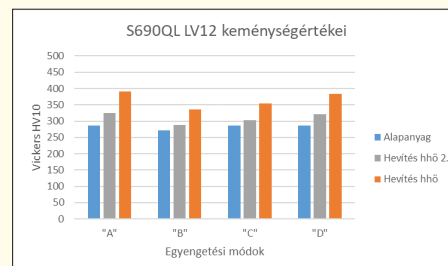
S960QL alapanyag (9. ábra):

- az LV8 vastagságú mintánál az egyengetési módoknál az alapanyaghoz képest kismértékű keménység növekedés jelentkezett. Egyengetés utáni vízűtéskor ez a hatás hatványozottabban megmutatkozott,
- az LV25 vastagságú mintánál az alapanyag keménységéhez képest kilágyulás volt észrevehető, kivételt jelent az egyengetés utáni vízűtés, ahol ugyancsak jelentősen növekedett a keménység.

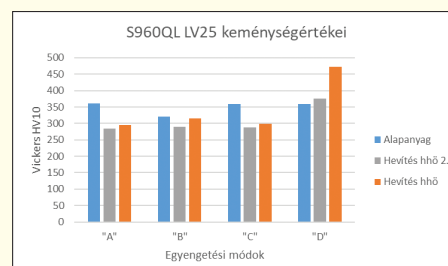
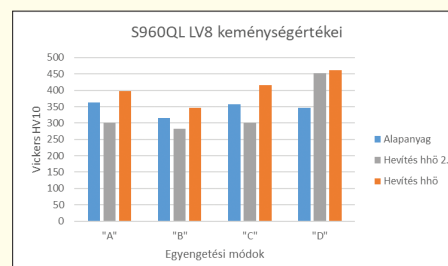
Tapasztalatunk alapján a mintadarabok túlhevítése következtében nem jelentkezett nagymértékű keménység változás. [1]

A mért keménységi értékek megítélése megfelelőség szempontból

A lángegyengetés a hegesztés rokontechnológiájához sorolandó, ezért a keménységmérésnél kapott eredményeket az MSZ EN ISO 15614-1 szabvány 7.4.5 alfejezetében megadottak alapján értékeltük, amely megadja az ISO/TR 15608 szerinti acélcsoportok-



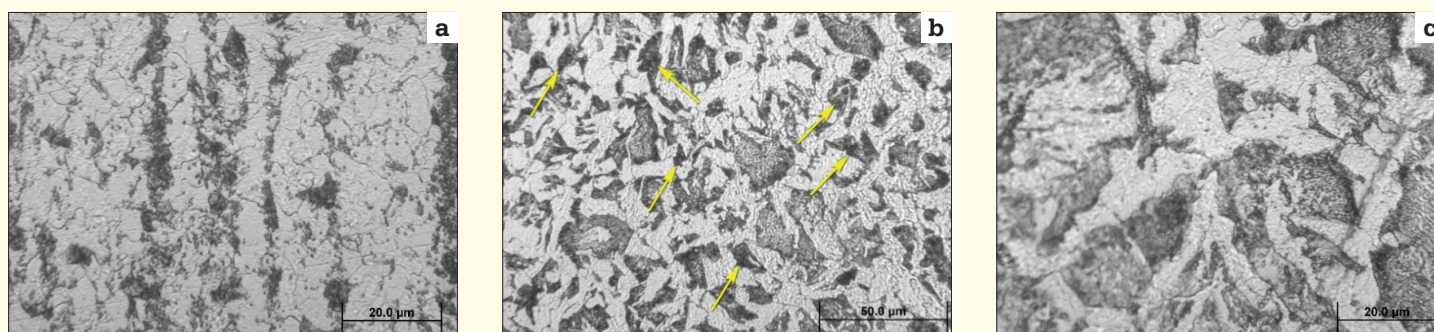
8. ábra. S690QL LV12 és LV20 HV10 keménységértékei különböző egyengetési módok esetén [1]



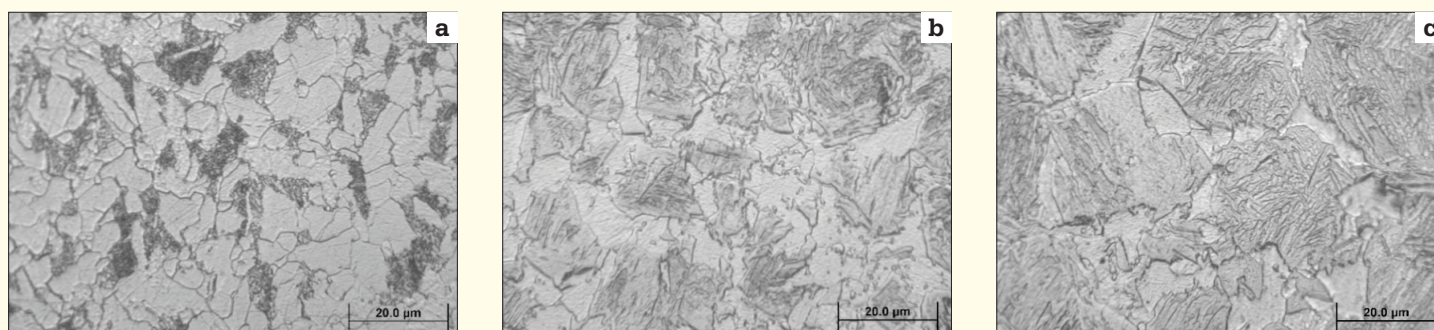
9. ábra. S960QL LV8 és LV25 HV10 keménységértékei különböző egyengetési módok esetén [1]

nál megengedett legnagyobb HV10 keménységértékeit (2. táblázat).

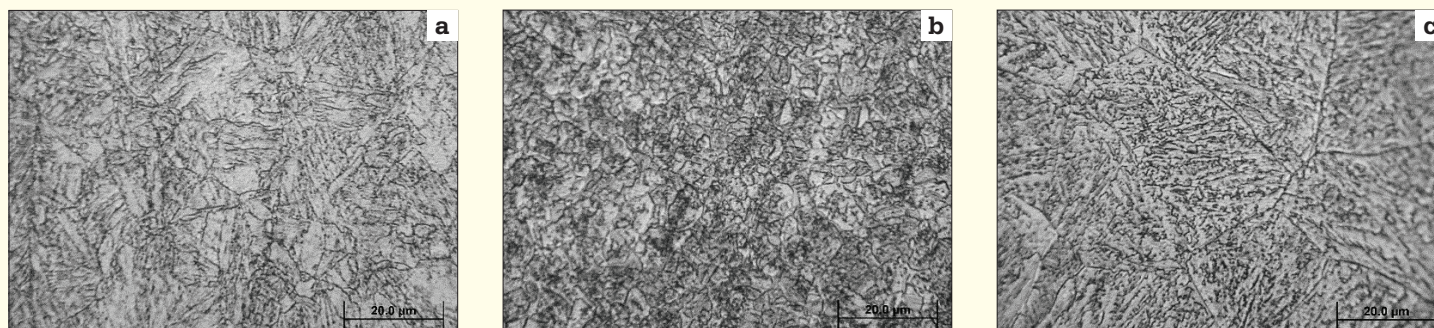
A fenti táblázatban szereplő feltételek figyelembevételével a 9. ábrán szereplő S960QL 8 és 25 mm-es lemezvastagságú nagyszilárdságú acélok esetén a „D” jelű minták (vízzel hűtött) keménységi értékei meghaladják a 3-as főcsoportnál megengedhető 450 HV értéket.



10. ábra S355J2+N LV8 túlhevített minta szövetszerkezeti képei: alapanyag (a), hevítés hőhatásövezete a felszíntől távolabb (b) és a felszínen (c) [1]



11. ábra. S355J2C+N LV8 vízzel hűtött minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), hevítés hőhatásövezete a felszíntől távolabb (b), és a felszínen (c) [1]



12. ábra. S690QL LV12 túlhevített minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), a hevítés hőhatásövezete a felszíntől távolabb (b) és a felszínen (c) [1]

Ezen szabvány alkalmazásával a keménység eltérések következtében, a láng egyengetést követő vízűtés a technológia nem-megfelelőségét okozza. Méréseink egyértelműen igazolják, hogy a vízűtés alkalmazása semmilyen módon nem javasolt, sőt a szerkezet integritása miatt kifejezetten veszélyes lehet. [1]

A láng egyengetés hatása az alkalmazott anyagok szövetszerkezetére

Az alábbiakban tartalmi korlátok miatt mindhárom vizsgált anyag esetén csak a „B” (túlhevítés normál hűtéssel) ill. a „D” (normál hevítés utáni vízzel hűtés) eseteknél mutatjuk be a szövetszerkezet vizsgálatok néhány jellemző eredményét. Az egyes egyengetési módok vizsgálati eredményei alap-

ján megállapítható, hogy az „A” és „C” módok között a szövetszerkezetek és keménységmérések esetén nagy különbségek nem tapasztalhatók. [1]

S355J2+N LV8 egyengetési módjainak összehasonlítása

Egyengetés túlhevítéssel („B”)

A 10. ábrán megfigyelhető az S355J2C+N LV8 túlhevítése során bekövetkező szemcsedurulás mértéke. Az alapanyag szövetszerkezete sorokba rendeződött ferritból (80%) és perlitből áll (10. ábra, „a” rész).

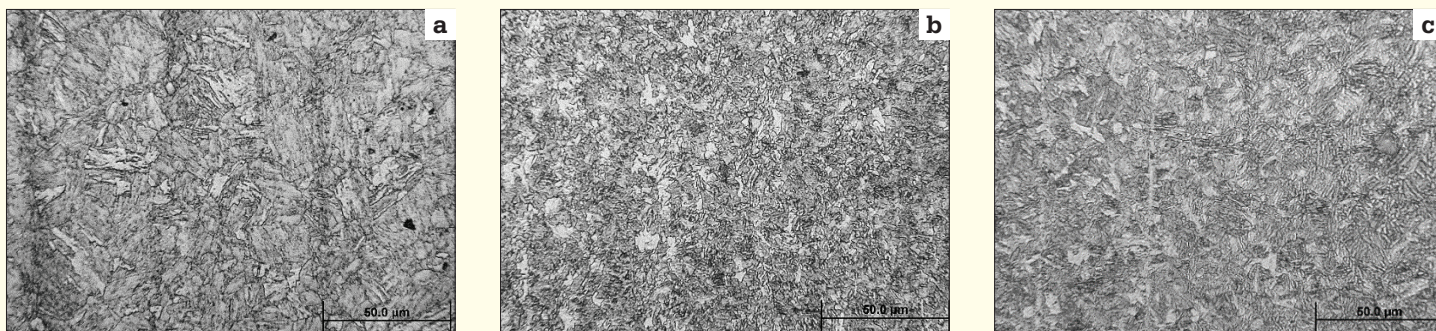
A hevítés felszínétől távolabbi hőhatásövezeti részekben a ferrit mennyiségének a csökkenése (kb. 60%), illetve a szferoidit mellett valamilyen másodlagos kiválás figyelhető meg (10. ábra „b” rész). A szemcseméret az alapanyaghoz képest kissé növekedett. A hevítés felszínéhez közel a ferrit men-

nyisége körülbelül 50%-ra csökken, illetve a szemcseszerkezet nagymértékű durvulása figyelhető meg.

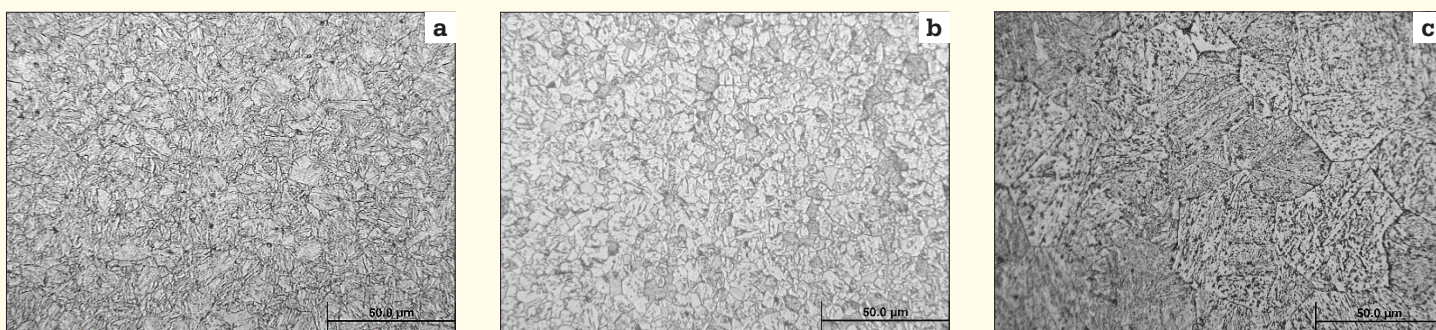
Normál hőmérsékleten történő egyengetés utáni vízűtés („D”)

A 11. ábra „a” jelű felvételén megfigyelhető az alapanyag soros struktúrája, amit ferrit és perlit elegye alkot. Ugyanezen ábra „b” képen látható, hogy a hevítés utáni közvetlen vízűtéssel történő hűtés hatására a hevítés felszínétől kissé távolabb a perlit teljesen eltűnik, valamint a ferrit mellett az intenzív hűtés következtében egy új szövetelem jelenik meg.

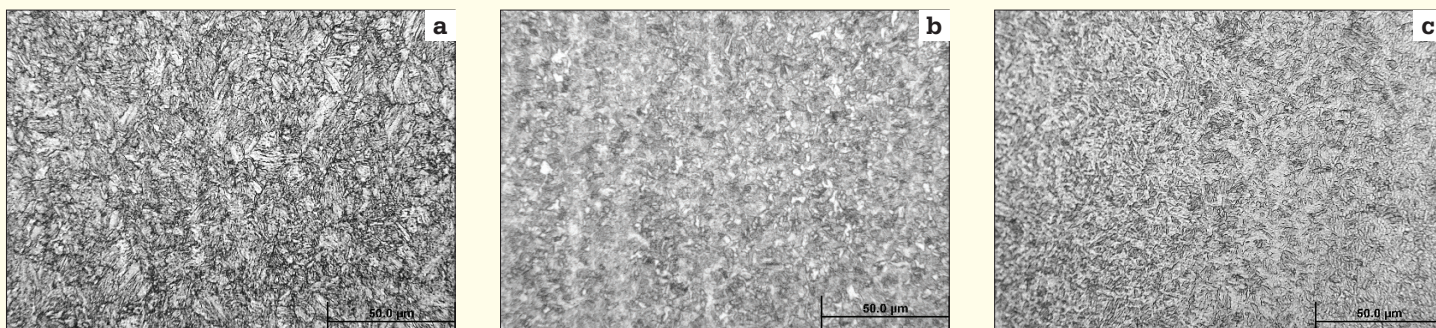
A „c” jelű felvétel a hevítés felszínéhez közel eső részről mutatja a szövetszerkezetet, ahol megfigyelhető a ferrit mennyiségének csökkenése és az új szövetelem arányának növekedése (372 HV). Ezen adatok tudatában



13. ábra. S690QL LV12 vízzel hűtött minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), a hevítés hőhatásövezete a felszíntől távolabb (b) és a felszínen (c) [1]



14. ábra. S960QL LV8 túlhevített minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), a hevítés hőhatásövezete a felszíntől messzebb (b). és a felszínen (c) [1]



15. ábra. S960QL LV8 vízzel hűtött minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), a hevítés hőhatásövezete a felszíntől távolabb (b) és a felszínen (c) [1]

végeztem egy ellenőrző mérést HV1 mikro keménységméréssel is, amely-nél 456 HV lett az eredmény. Így arra következtethetünk, hogy a kialakult szövetet martenzit, illetve bainit alkothatja.

S690QL LV12 egyengetési módjainak összehasonlítása

Egyengetés túlhevítéssel („B”)

A 12. ábra „a” jelű részén szereplő alapanyag szövetszerkezete ill. szemcseszerkezete homogén, egyenletes eloszlású ferritet és bainitet tartalmaz. Ugyanezen ábra „b” jelű képen (felszíntől távoli hőhatásövezet) ugyancsak megfigyelhető a szövet-szerkezet finomodása. Ezen ábra „c” jelű részén (felszínhez közeli hőhatásövezet) a lánggyengetés hatására, a primer szemcsék eldurulá-

sa érzékelhető, amelyen belül a bainit szemcsék finom eloszlása alakult ki. [1]

Normál hőmérsékleten történő egyengetés utáni vízhűtés („D”)

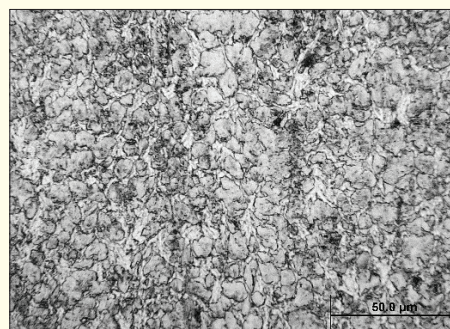
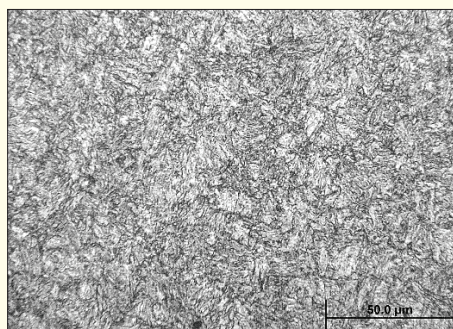
A 13. ábra „a” részletén az alapanyag ugyancsak ferrites-bainites szövetszerkezete látható. Ugyanezen ábra „b” részletén megfigyelhető az, hogy a hevítés hatására kb. 10% ferrit jelenik meg a szövetszerkezetben, illetve az alapanyaghoz képest finomodás következett be.

A „c” jelű képen látható, hogy a hevítés hőhatásövezetének felszínéhez közeli rész szövetszerkezete eltér a többi lánggyengetett minta hőhatásövezetének szerkezetétől. A keménységmérések eredménye alapján a szövetszerkezetet valószínűleg bainit és/vagy martenzit alkothatja. [1]

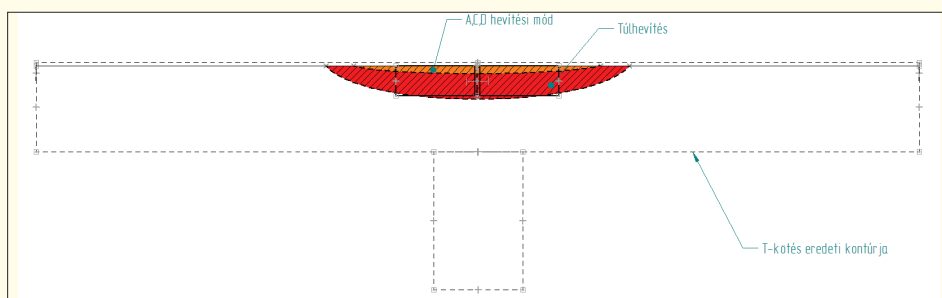
S960QL LV8 egyengetési módjainak összehasonlítása

Egyengetés túlhevítéssel („B”)

A 14. ábra „a” jelű képen megfigyelhető a finom és homogén eloszlású bainit-martenzites szerkezetű alapanyag. A „b” jelű képen az alapanyag szövetszerkezetének ferritté alakulása (kb. 70% ferrit), ill. lágyulása figyelhető meg, amit a HV10-es keménységmérés alá is támaszt (283 HV). A „c” jelű felvételen – amely a hevítés felszínéhez közel készült – megfigyelhető, hogy a primer szemcseméret rendkívüli módon eldurvult. Ezen kívül a magas hőmérséklet hatására a ferrit mennyiségének csökkenése észlelhető (20%). Lehűlés után a szövetszerkezetet ferrit és bainit vagy martenzit alkothatja. [1]



16. ábra. S960QL LV25 vízzel hűtött minta szövetszerkezeti képei alapanyag (a), hevítés hőhatásövezete a felszíntől messzebb (b), és a felszínen (c) [1]



17. ábra Az ütőpróbatetek kimunkálási helye [7]

Normál hőmérsékleten történő egyengetés utáni vízűtés („D”)

A 15. ábra „a” jelű képén szereplő alapanyag szerkezete megegyezik az előző részekben ismertetett szövetel. A „b” jelű képnél megfigyelhető kis mennyiségű ferrit megjelenése (kb. 8%), valamint észlelhető némi szemcsefinomodás az alapanyaghoz képest. A „c” jelű felvételen észrevehető, hogy az alapanyaghoz képest az egyengetés utáni vízűtés hatására jelentős szemcsefinomodás és szerkezetátalakulás ment végbe. A kialakult szövet szerkezetet bainit vagy martenzit alkotja, amelyet a keménységmérés is igazolt. [1]

S960QL LV25 egyengetési módjainak összehasonlítása

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az „A” és „C” egyengetési módok között a szövetszerkezeti és keménységváltozást nem tapasztaltunk.

Ezen lemezzvastagság túlhevítése esetén, az LV8-as mintához hasonlóan ugyancsak megfigyelhető a primer szemcseméret eldurulása, valamint a szövetszerkezet átalakulása. A legnagyobb eltérést a hevítés utáni vízűtéses próba mutatja.

A 16. ábra „a” képén látható az alapanyag finom eloszlású szövetszerkezete. Ehhez képest a hevítés hőhatásövezetének a hevítés felszínétől távolabbi és az ahhoz közeli részén valószínűleg a szemcsés bainit megjelenése látható. [1]

A lángegyengetés hatása az alkalmazott anyagok szívósságára

Mindegyik anyagminőség egyengetett próbájánál, egyengetési módoként 3db Charpy V próbatest került kimunkálásra. Az ütővizsgálatokat -75 °C, -20 °C, +20 °C-on végeztük el.

S355J2+N LV20 ütőmunka eredményei

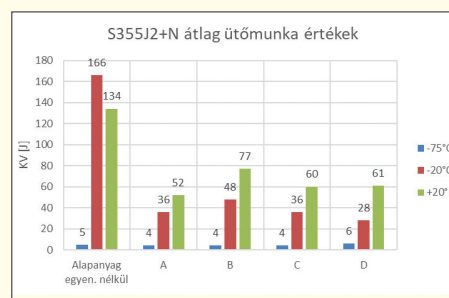
A 18. ábra grafikonján látható, hogy az egyes egyengetések között kismértékű változás adódott tekintetbe véve mindhárom vizsgálati hőmérsékletet. Az egyengetés nélküli próbadarabhoz képest (műbizonylat szerint KV= 104 J -20 °C-on) azonban nagymértékű szívósságcsökkenés jött létre mindegyik egyengetési próbánál. [7]

S460N LV30 ütőmunka eredményei

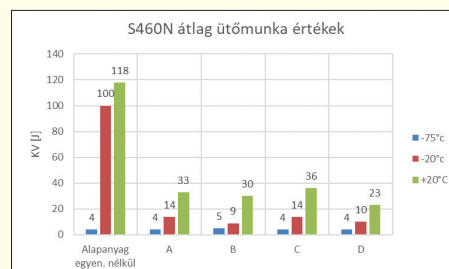
A 19. ábra grafikonján ugyancsak megfigyelhető, hogy az egyes egyengetések között kismértékű változás adódott. Az egyengetés nélküli próbadarabhoz képest (műbizonylat szerint KV= 115 J -20 °C-on) az előző anyagnál tapasztalt nagyobb mértékű szívósságcsökkenés jött létre ezen próbatestek esetében is. [7]

S690QL LV20 és S960QL LV25 ütőmunka eredményei

A 20. ábra grafikonján látható, hogy az S690QL próbák egyengetései között kismértékű változás észlelhető csak. A legjobban a túlhevített próbánál („B”



18. ábra S355J2+N LV20 ütőpróbatetek eredményei [7]



19. ábra S460N LV30 ütőpróbatetek eredményei [7]

eset) figyelhető meg enyhe változás. Azonban a normalizált szerkezeti acélokhoz képest kisebb mértékű szívósságcsökkenés jött létre.

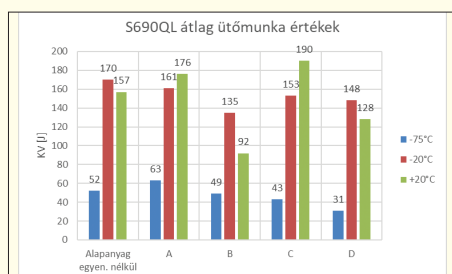
A 21. ábra grafikonján megfigyelhető, hogy az S960QL próbák egyengetései során, csupán a -75 °C-os vizsgálati hőmérsékletnél történt drasztikus szívósságcsökkenés. [7]

A lángegyengetés hatása az alkalmazott anyagok szilárdságára

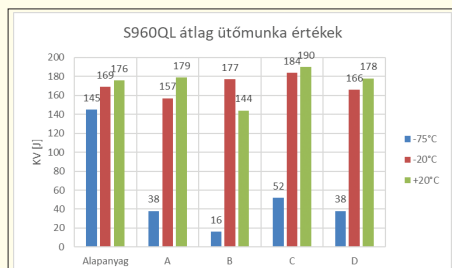
Mindegyik alapanyag esetében a következő méretű lapos szakítópróbatetek kimunkálása történt meg:

- hosszúság: 300 mm
- vastagság: 5 mm
- kezdeti keresztmetszet: 60 mm²

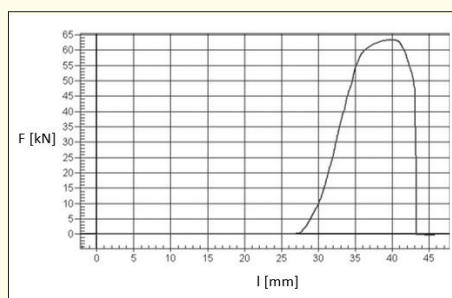
A szakítóvizsgálati eredményeket tekintve látszik, hogy az egyes egyengetések között az S355J2+N és a S960QL anyagok esetében jelentke-



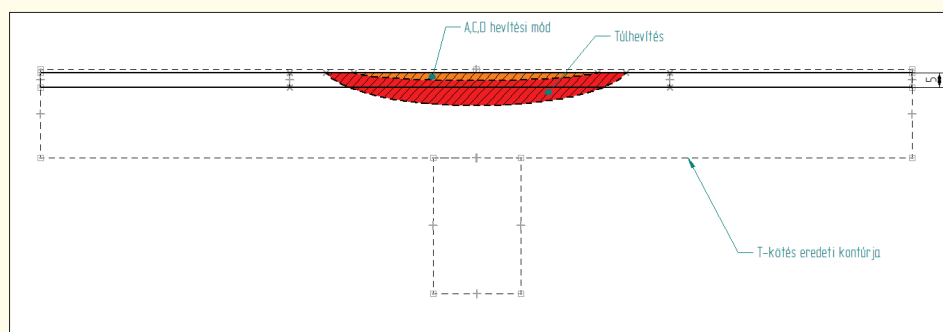
20. ábra S690QL LV20 ütőpróbatestek eredményei [7]



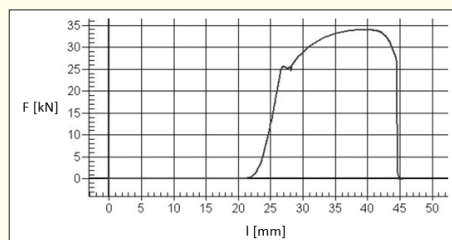
21. ábra S960QL LV25 ütőpróbatestek eredményei [7]



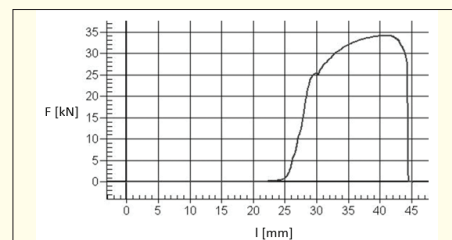
25. ábra S960QL LV25 „A” eset – erő – keresztfej elmozdulás diagram [7]



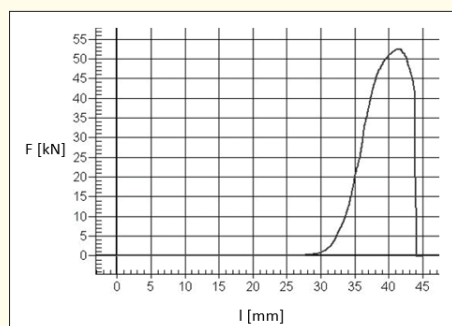
22. ábra A szakítópróbatestek kimunkálási helyei [7]



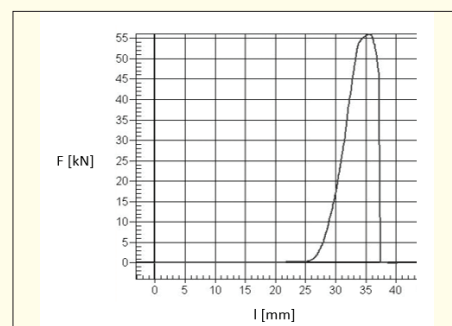
23. ábra S355J2+N LV20 „A” eset, erő – keresztfej elmozdulás diagram [7]



24. ábra S355J2+N LV20 „D” eset – erő – keresztfej elmozdulás diagram [7]



26. ábra S960QL LV25 „B” eset – erő – keresztfej elmozdulás diagram [7]



27. ábra S960QL LV25 „D” eset – erő – keresztfej elmozdulás diagram [7]

zett változás az erő- keresztfej elmozdulás diagramokon. A következőkben azok az eredmények kerülnek szemléltetésre, amelyek esetében nagyobb mértékű változás következett be.

S355J2+N diagramok

Az egyengetés nélküli alapanyag szilárdsági tulajdonságai a műbizonylatok alapján a következők: $R_m = 532$ MPa, $R_{eh} = 376$ MPa.

A diagramok görbéi alapján megállapítható, hogy az „A” típusú lángegyengetéshez képest a hevítés utáni vízzel történő hűtés ezen acél nyúlását csak kis mértékben csökkentette.

S960QL diagramok

Az egyengetés nélküli alapanyag szilárdsági tulajdonságai a műbizonylatok alapján a következők: $R_m = 1047$ MPa, $R_{eh} = 995$ MPa.

A diagramok összehasonlításából megfigyelhető, hogy a normál egyengetéshez képest („A” eset) az anyag túlhevítése esetén („B” eset) ~16%-os, valamint a hevítés utáni vízhűtés ha-

tására („D” eset) ~11%-os szilárdságcsökkenés következett be.

Ez azt jelenti, hogy ezeknél az acéloknál a túlzott hőbevitel és a vízhűtés ridegítő hatása a szemcseszerkezet eldurvulását és elridegedését okozza, ami jelentős szilárdságcsökkenéssel jár. A másik említésre méltó változás, hogy a normál egyengetéshez képest az anyag hevítés utáni vízhűtésekora nyúlás ~25%-os csökkenése valósult meg, ami szintén alátámasztja a mechanikai tulajdonságok romlását. [7]

Összefoglalás

Amint a kísérleteink is alátámasztották, a lángegyengetésnek jelentős hatása lehet az anyagok tulajdonságaira, ezért végrehajtása fokozott figyelmet igényel. Nem megfelelő technológia alkalmazása során, az anyag szerkezetében kritikus változások mehetnek végbe, amelyek már a kevésbé nagy szilárdságú acéloknál is problémát okozhatnak.

A lángegyengetés során alkalmazott hirtelen hűtés (gyakorlatban az időspórolás és az egyengetés hatásának javítása miatt gyakran alkalmazták) olyan keménységnövekedést és szövetszerkezet változásokat okozhat, amely a szerkezet integritása szempontjából kritikus lehet.

A vizsgált anyagok esetében az egyes egyengetési eljárások között szívósság tekintetében nagymértékű eltérést nem tapasztaltunk. Ezzel ellentétben a szakítóvizsgálatok kimutatták, hogy az egyengetés utáni vízhűtés a szilárdsági tulajdonságokat károsan befolyásolja. Mindezek alapján, erősen javasolt a gyors hűtések elkerülése.

A törésmechanikával foglalkozó szakemberek körében közismert, hogy egy szakító diagram alatti terület arányos az anyag törési munkájával, törési szívósságával. Az előző fejezetben bemutatott diagramok által meghatározott területet vizsgálva megállapítjuk, hogy a nagyszilárdságú anya-

gok lánggyengézési technológiájának nem megfelelő végrehajtása a láng által érintett anyagréteg törési szívósságát lokálisan csökkenti. Különösen igaz ez a vízzel hűtött szerkezetek esetére.

A hevítés hőhatásövezetében jelentkező rideg, kemény szövetszerkezet kedvezőtlenül érinti a szerkezeteket a repedések kialakulása és terjedése szempontjából. A rideg szövetben előforduló hibák könnyebben elindulnak, a repedésterjedés gyorsabban lezajlik bennük. A szerkezetek fáradásos törésmenetele szempontjából, a lánggyengézés hevítési hőhatásövezete a felületi elhelyezkedés miatt ugyancsak kedvezőtlen.[1]

A hűtéshez hasonlóan fontos paraméter az egyengetés hőmérséklete is. A túlhevített darabok keménységben ugyan jelentős növekedést nem eredményeztek, de a szemcseszerkezetük túlzottan durvult, ami az anyag szí-

vóssági tulajdonságait rontja. Ezt kísérletünk alá is támasztotta. A szívóssági tulajdonságok változása különösen nagyszilárdságú acélokra lehet kritikus.

Irodalomjegyzék:

- [1] Nacsa G.: A lánggyengézés hatása a nagyszilárdságú acélok mechanikai tulajdonságaira – BME hegesztőszakmérnöki diplomatervezés, 2018 (Konzulensek: Gyura L., Jobbágy M.)
- [2] Gyura L., Balogh D., Sztéránku M.: Hegesztett szerkezetek lánggyengéztése, 27. Hegesztési Konferencia, 2014, pp.: 175–184.
- [3] Linde Group: Fundamentals of Flame Straightening, White Paper, 2009, pp.:4-26
- [4] D. Schäfer, V. Rinaldi, D. Beg: Optimisation and improvement of the flame straightening process (Optistraight), Research Fund for Coal and

Steel, 2012, ISBN: 978-92-79-22426-3, pp.: 7-12, 117-128. forrás: https://constructalia.arcelormittal.com/files/KINA-25120ENN_002--590467b0197631ef468dd38a93f4a4c1.pdf

- [5] CEN/TR 10347:2006 Guidance for forming of structural steels in processing, BSI, ISBN: 0 580 49285 0, pp.: 9-10.
 - [6] MSZ EN ISO 15614-1:2017 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata, 2017.
 - [7] Nacsa G., Gyura L.: A lánggyengézés hatása a nagyszilárdságú acélok mechanikai tulajdonságaira c. előadás, XV. Acélszerkezeti Konferencia, 2019. Május 23., Dunajváros
- *Nacsa Gergely, okl. hegesztőszakmérnök (EWE, IWE),
Kapos Atlas Gépgyár Kft.,
**Gyura László
okl. hegesztőszakmérnök (CEWE, CIWE)
Linde Gáz Magyarország Zrt.

Erdő Imre*

Európai szintű vasúti járműgyártás, -javítás, és -karbantartás, európai szintű gyártásfelügyelő képzés

A mai kor szellemének megfelelő, európai szintű vasúti járműgyártás már teret hódított kis hazánkban. A korszerű technológiák elsajátítása során meg kell ismerkednünk ezek ellenőrzési hátterével is. Ehhez speciális képzettségű, és képességű szakemberek kellene.

A vasúti járművek gyártása, javítása és karbantartása területén a hegesztési folyamatokat szabályozó MSZ EN 15085 jelű szabványsorozat átdolgozás alatt van. Reményeink szerint a felülvizsgáló személyzet képzettségi szintjénél megemlézett, és ajánlott EWI/IWI képzettségi szintek a kiadásra kerülő szabványban hangsúlyosabbak lesznek.

A gyártásfelügyelet mindig átfogó tevékenységet jelent, ezért a felügyelő feladatát a tervfelülvizsgálattól egészen az állapotfelügyeletig tart. Mindenképpen a hegesztési szakmában jártas, és minősített személyeket igényel a feladat kör.

Különös ellenőrzési forma az állapotfelügyelet. Ezt végezheti a vevő, vagy az eladó, vagy egy független harmadik fél, de lehet hivatalos állami felügyelő is. Az ellenőrök ilyenkor rendszeresen dokumentált vizsgálatot végeznek az érvényes és vonatkozó jogszabályok, szabványok, előírás rendszerek alapján.

Az európai hegesztési szövetség erre a speciális feladatkörre egy képzési szisztémát dolgozott ki 1998-ban. Ezt 2016-ban átdolgozta, egyszerűsítette. Így jelenleg három szinten folyik a képzés.

- 1., Comprehensive (IWI-C) Mérnöki szint
- 2., Standard (IWI-S) Technológusi szint
- 3., Basic (IWI-B) Szakmunkás szint

Az egyes képzési szinteken történő oktatási folyamatokban a korábban megszerzett hegesztési szakirá-

nyú diplomák elismerésre kerülnek, és rövidebb képzési időre adnak jogosultságot.

Evvel a képzettségi szisztémával az egyszerű hegesztőüzemektől, a bonyolultabb gyártási folyamatokat alkalmazó nagyvállalatokig le tudjuk fedni a minősített szakemberi hátteret.

Az oktatás során a tananyagban megjelenő témakörök szorosan felölelik a hegesztési szakterület minden területét, az előkészítési körülmények vizsgálatától a vizsgálatok gyakorlatán át az állapotfelügyeletig. Magyarországon az EWF irányelv szerinti diplomákat az MHE adhat ki.

Sajnos napjainkban az ilyen ellenőrzési szempontú, speciális képzettséggel bíró minősített alkalmazottak száma rendkívül alacsony, ezért szorgalmazzuk hogy minél több beiskolázás történjen ezen a területen.

*Erdő Imre, Weldinspector Kft;

OERLIKON

CITOWAVE III

Hegesztő áramforrások
harmadik generációja

MODERN TERVEZÉS

teljes mértékben
alkalmazkodik az Ön
igényeihez



SWAN

Hegesztés-felügyelő
adminisztrátor hálózat

ECO
KÖRNYEZETBARÁT
HEGESZTÉS
ÉS VÁGÁS

**KÖNNYEN
KEZELHETŐ
KORSZERŰ
TECHNOLÓGIA**

7 EGYEDI ELJÁRÁS:

Speed Short Arc, Puls,
Soft Silence Pulse, Spray Modal,
High Penetration Speed, Advanced
SeQuencer, Pure Controlled Metal

GARANCIA

3

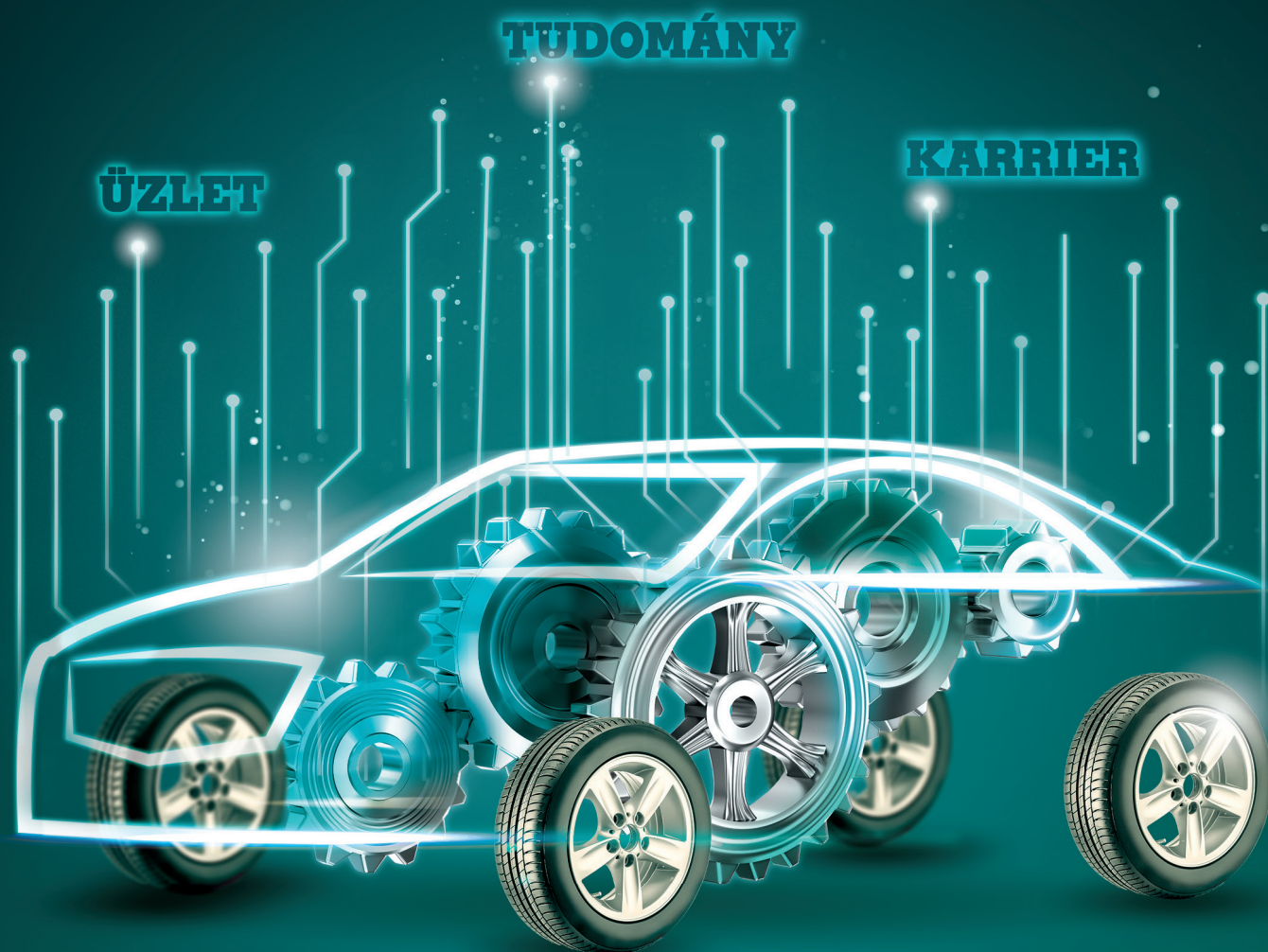
ÉV

www.oerlikon-welding.com

www.lincolnelectric.com



Jövőd motorja



AUTOMOTIVE HUNGARY

7. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiallítás

2019. október 16–18.



hungexpokiállítás
programod van

AUTOMOTIVE HUNGARY 2019

7. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiallítás

Legyen Ön is kiállító a magyar és közép-kelet európai járműipart bemutató komplex fórumon, ahol az autógyártás teljes spektruma jelen van, a formatervezéstől a gyártásig, lehetőséget teremtve a meglévő kapcsolatok ápolására és új üzleti kapcsolatok építésére! Az AUTOMOTIVE HUNGARY a hazai autógyárak mellett bemutatja a beszállítókat, alkatrészgyártókat és a járműiparhoz kötődő oktatási szféra szereplőit is.

Kiemelt programok:

- „ÜZLET, TUDOMÁNY, KARRIER” tematikai pontokra épülő programok
- Automotive Hungary TechTogether (verseny műszaki egyetemistáknak, főiskolásoknak)
- Beszállítói fórumok
- Magas színvonalú szakmai konferenciák

Kedvezményes jelentkezési határidő kiállítók számára:
2019. május 31.

Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:

automotivexpo@hungexpo.hu; www.automotivexpo.hu

Varga Zsolt*

Az MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány adta új lehetőségek és korlátok ismertetése

Általános ismertető

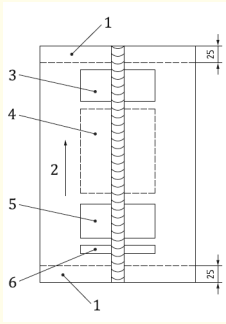
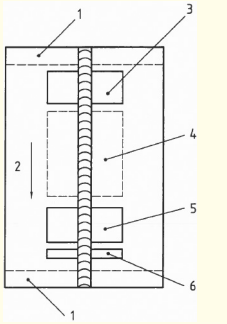
Az MSZ EN ISO 15614-1:2017 [1]jelű új szabvány az acélok ív- és lánghegesztésének, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztésének hegesztéstechnológiai vizsgálatára vonatkozó előírásokat tartalmazza, pontosan leírja hogyan kell egy előzetes hegesztéstechnológiai utasítást (pWPS-t) hegesztéstechnológiai vizsgálattal minősíteni. A hegesztéstechnológia minősítésének elsődleges célja annak bizonyítása, hogy a szerkezet, illetve a berendezés számára tervezett kötési technológia alkalmas a rendeltetésszerű alkalmazáshoz előírt mechanikai tulajdonságokkal bíró kötés előállítására. Másodlagos célja pedig a bizonyítottan megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkező hegesztett kötés reprodukálására vonatkozó hegesztési és egyéb technológiai paraméterek rögzítése, alapot adva a gyártónak a szakmailag megfelelő hegesztéstechnológiai utasítások (WPS-ek) elkészítéséhez. A szabvány jelentős változáson esett át a legutóbbi módosítás alkalmával, a jelenleg hatályos szabvány 2017. novemberi kiadású, amely kiadás már tartalmazza a 2017. októberi helyesbítést. A szabvány kiadási időpontját követően minden új hegesztéstechnológiát ezen új szabvány szerint kell minősíteni. Az új dokumentum nem érvényteleníti a már meglévő, a korábbi nemzeti szabványok és szabályzatok, vagy jelen szabvány korábbi kiadásai szerinti technológiai vizsgálatokat. Az ezen szabvány korábbi kiadásai szerint készített hegesztéstechnológiai utasítások és minősítések minden olyan területre alkalmazhatók, amely területre ez a kiadás van előírva. Ebben az esetben az előző kiadás szerinti minősítési tartományok maradnak érvényben. Lehetséges az új szabványnak megfelelő új érvényességi tartományt képezni egy már korábban meglévő WPQR (vizsgálati tanúsítvány a hegesztéstechnológia jóváhagyásáról) alapján is, megfelelően az új szabvány szerinti vizsgálati követelmények műszaki tartalmának. Amennyiben a minősítés műszaki egyenértékűsége érde-

kében kiegészítő vizsgálatokat kell végezni, abban az esetben csak a kiegészítő vizsgálatokat kell elvégezni egy újonnan hegesztett próbadarabon. A hegesztéstechnológiai vizsgálatokra két szintet tartalmaz az új szabvány azzal a céllal, hogy lehetővé tegye az alkalmazását a hegesztett gyártmányok széles körére, ezek jelölése 1. szint és 2. szint. Az 1. szint az ASME Section IX követelményein alapul, míg a 2. szint a szabvány korábbi kiadásain. A 2. szintnek megfelelően végzett technológiai vizsgálat automatikusan minősítést ad az 1. szintre, de ez fordítva nem igaz. Ha az ömlesztőhegesztést végző gyártó és a gyártást megrendelő közötti szerződés, vagy a termékre, berendezésre vonatkozó gyártási szabvány (például: AD 2000-Merkblatt HP 2/1 – 3.1 fejezet [5]; TRD 201:1999, Annex 1 – 3.1 fejezet [6]; DVGW-Arbeitsblatt GW 350:2006 – 2. táblázat [7]; MSZ EN 13445-4:2018 – 7.3. fejezet [8]; MSZ EN 13480-4:2018 – 9.3.1-1 táblázat [9]; MSZ EN 12952-5:2012 – 8.1.5 fejezet 311 jelű hegesztési eljárásra és 8.3.1 fejezet ömlesztőhegesztési eljárásokra [10]; MSZ EN 12953-4:2018 – 5.14.2.3 fejezet [11]; MSZ EN 1090-2:2018 – 7.4.1.2 fejezet, 12. táblázat [12]; MSZ EN 15085-4:2008 – 4.1.4 fejezet [13]; MSZ EN 12732:2013+A1:2014 – 11.4.1 fejezet [14]) nem tartalmaz a szintre vonatkozóan előírást, abban az esetben a 2. szint szerinti követelmények érvényesek. Az a hegesztő, vagy hegesztőgép-kezelő, aki ezen szabvány szerint megfelelően végrehajtja a technológiai vizsgálatot, megszerzi a vonatkozó, alkalmazott nemzeti/nemzetközi szabvány (MSZ EN ISO 9606-1:2017 [15], MSZ EN ISO 9606-4:2001 [16], MSZ EN ISO 14732:2014 [17]) szerinti minősítést, feltéve hogy teljesíti annak a szabványnak a vonatkozó vizsgálatkövetelményeit. A továbbiakban az új szabvány 2. szintjéhez tartozó előírásokat fogom összehasonlítani ezen szabvány korábbi, 2004-es kiadásával [2], előtérbe helyezve a változásokat különös tekintettel az új lehetőségekre és a korlátokra vonatkozóan, az ábrákra és táblázatokra pedig piros kiemelés

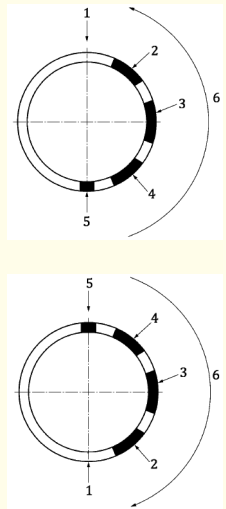
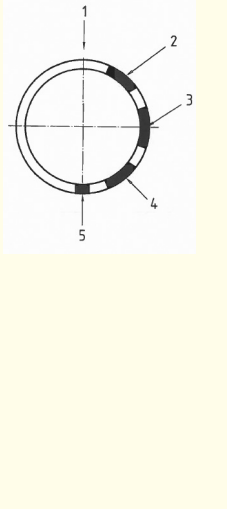
fogok alkalmazni a változások szemléltetése céljából.

Ellenőrzés és vizsgálat

Az új szabvány 2. táblázata tartalmazza a hegesztéstechnológia vizsgálatához elkészített hegesztett próbadarabon a 2. szint szerint elvégzendő roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok terjedelmét, a korábbi szabványban ezeket az előírásokat az 1. táblázat tartalmazta. A két táblázat tartalmi lényegét tekintve megegyezik, a kiegészítő követelmények között találhatók változások. Míg korábban az e, megjegyzés értelmében nem volt szükség keménységmérést végezni az 1.1-es anyagcsoport, valamint a 8-as és a 41–48-as anyagcsoportok esetén, ezzel szemben az új szabvány előírja a keménységmérés elvégzését az 1.1-es és a 8-as anyagcsoportok között elkészített vegyeskötések esetén. Mindkét szabvány ide vonatkozó táblázatában az f, megjegyzés a teljes beolvasású T-kötésekre és csőelágazásokra, illetve sarokvarratokra vonatkozik, amely kötések közül nem lehetséges olyan roncsolásos próbateteket kimunkálni, amely próbatetek vizsgálati eredményei megfelelően alá tudnák támasztani a hegesztett kötés mechanikai tulajdonságait. Korábban azt írta elő a szabvány, hogy amennyiben a hegesztett kötés mechanikai tulajdonságainak bizonyítása a felhasználás szempontjából elengedhetetlen, abban az esetben egy tompavarratos kötésen kiegészítő minősítést kell végezni, tehát új technológiai vizsgálatot kell lefolytatni a mechanikai tulajdonságok megfelelőségének alátámasztása céljából. Ezzel szemben az új szabvány „f” megjegyzése azt írja elő, hogy amennyiben az alkalmazási szabvány követelményeket tartalmaz a mechanikai jellemzőkre vonatkozóan, azokat az alkalmazási szabvány szerint kell vizsgálni, és amennyiben kiegészítő próbadarabra van szükség, abban az esetben a próbadarab mérete legyen elegendő a mechanikai jellemzők vizsgálatára. Valamint előírja, hogy a hegesztési paraméterek tartománya, az alapanyagcsoport, a hozaganyag és a hőkezelés egyezzen meg a kiegészítő

MSZ EN ISO 15614-1:2017, 5.ábra	MSZ EN ISO 15614-1:2004, 5. ábra	Jelmagyarázat	
		1	Nem vizsgálható rész, 25 mm
		2	Hegesztési irány
		3	Terület: - 1 szakító próbatesthez - hajlító próbatestekhez
		4	Terület: - ütő- és szükség szerint kiegészítő próbatestekhez
		5	Terület: - 1 szakító próbatesthez - hajlító próbatestekhez
		6	Terület: - 1 Makroszerkezet-vizsgálati próbatesthez - 1 keménységmérési próbatesthez

1. ábra. A próbatestek helye lemezek tompakötése esetén [1], [2]

MSZ EN ISO 15614-1:2017 ^a , 6.ábra	MSZ EN ISO 15614-1:2004 ^b , 6. ábra	Jelmagyarázat	
		1	A varrat vége ^a / a rögzített cső felső pontja ^b
		2	Terület: - 1 szakító próbatesthez - hajlító próbatestekhez
		3	Terület: - ütő- és szükség szerint kiegészítő próbatestekhez
		4	Terület: - 1 szakító próbatesthez - hajlító próbatestekhez
		5	Terület: - 1 Makroszerkezet-vizsgálati próbatesthez - 1 keménységmérési próbatesthez (a varratkezdés helyéről véve)
		6	A hegesztés iránya

2. ábra. A próbatestek helye csövek tompakötése esetén [1], [2]

szító próbadarab esetében az eredetileg vizsgált próbadarabbal. Ez azt jelenti hogy az új szabvány nem írja elő új technológiavizsgálat elvégzését, mindössze az adott hegesztéstechnológia minősítése kapcsán kiegészítő próbadarab hegesztését és vizsgálatát. A WPQR-ben lehetőség van a kiegészítő próbadarab vizsgálati eredményeit feltüntetni és egy WPQR-ben dokumentálni a kötés mechanikai tulajdonságait igazoló eredményeket.

A próbatestek helyzete és kivétele

Továbbra is érvényes az a korábbi engedmény, hogy ha a roncsolásmentes vizsgálatok elvégzését követően megengedhető eltérés található a varratban a próbatest kivételi helyeken, akkor a próbatesteket kissé eltolva olyan pozícióból munkálják ki, hogy az adott

próbatest ne tartalmazzon regisztrált és megengedett eltérést. Az 1. ábrán mutatom be az új szabvány és a korábbi szabvány lemezek tompakötésére vonatkozó próbatest kivételi helyeit.

A két ábrán jól láthatóan a próbatest kivételi helyek azonosak, azonban lényeges változásnak tekinthető, hogy a hegesztési irány ellentétes irányú a két ábrán. A makroszerkezet-vizsgálati próbatestet az új szabvány értelmében a hegesztés kezdési helyéhez közel eső tartományból kell kimunkálni és ezen a makrocsiszolaton kell keménységértékeket mérni. Ez a változás a hegesztőkkel szemben magasabb követelményt támaszt, hiszen a hegesztés kezdeti szakaszában, amikor a próbadarab még nem melegeedett fel teljesen, a hegesztőnek már akkor is megfelelő kötetést kell készítenie, ami a makrocsiszolaton megfelelő eredményt biztosít. Ez a változtatás

a biztonság irányába tér el a korábbi szabvány előírásához viszonyítva. A 2. ábrán mutatom be az új szabvány és a korábbi szabvány csövek tompakötésére vonatkozó próbatest kivételi helyeit.

A korábbi szabvány csőhegesztésénél a hegesztés irányától függetlenül a cső alsó pozíciójában jelölte ki a makrocsiszolati és a keménységmérési próbatestek kimunkálási helyét. Ezzel szemben az új szabvány az 1-es pozíciót a varrat végpontjának jelöli és a hegesztés irányától függően a varrat kezdési pontjában jelöli ki a makrocsiszolati és a keménységmérési próbatestek kimunkálási helyét. Ez a koncepció az 1. ábrán bemutatott elrendezésnek megfelelő és szintén a biztonság irányába tér el a korábbiaktól. Az új szabvány a sarokvarratokra és az elágazásos csőkötésekre nem tartalmaz módosítást a korábbi szabványhoz képest.

Keménységmérés

Az új szabvány 3. táblázata tartalmazza, a régi szabványban pedig a 2. táblázat adta meg a maximálisan megengedett keménységértékeket. Az új szabványban az ISO/TR 15608:2017 [18] szerinti anyagcsoportok közül a 4-es és 5-ös anyagcsoportok megengedhető keménységértéke tér el a korábbi értéktől. Hőkezelést követően a korábbi 320 HV10 értékkel szemben az új szabvány engedi a maximális 350 HV10 értéket, illetve egy „c” megjegyzést tartalmaz a táblázat ezen anyagcsoportok esetében, amely engedi a hőkezelés nélküli 380 HV10 és a hőkezelést követően 350 HV10 értékektől való pozitív irányú eltérést egyes alapanyagok esetében, azonban azt írja elő, hogy a növelt értéket a hegesztéstechnológia tanúsítását megelőzően kell rögzíteni, és nem adja meg pontosan, hogy mely alapanyagok esetében engedélyezett az eltérés.

Átvételi szintek

A korábbi szabvány előírta az MSZ EN 25817:1993 szabvány [19] szerinti „B” minőségi szintet, azonban túlzott varratdudor, túlzott sarokvarrat-domborúság, túlzott sarokvarrat-vastagság és túlzott gyökátfolyás esetén megengedte a „C” minőségi szintet is. Az új szabvány táblázatos formában adja meg az MSZ EN ISO 5817:2017 szabvány [18] szerinti átvételi szinteket, a korábbi szabvány engedményeit megtartotta, és a folyamatos és nem folyamatos szélkiolvadás esetén, valamint a nem megfelelő varrat és menet esetén a „C” minőségi szintet engedélyezi. Minden egyéb hibatípusnál „B” minőségi szint a követelmény.

A vizsgálatok ismétlése

A korábbi szabvány és az új szabvány is a 7.6. fejezetben tárgyalja a roncsolásmentes, illetve a roncsolásos vizsgálatok során feltárt hibák esetén a teendőket, és rendelkezik a kiegészítő vizsgálatok nem megfelelőse esetén a technológiavizsgálat kimeneteléről, pontosabban a sikertelen technológiavizsgálatról. Az új szabvány ellenben tartalmaz egy új lehetőséget roncsolásmentes vizsgálatnál feltárt nem megfelelőse esetén. Amennyiben roncsolásmentes vizsgálati módszerrel a technológiavizsgálati próbadarabon nem megengedett eltérést tár fel az anyagvizsgálat, abban az esetben elemzést lehet végezni a hiba fő oká-

nak meghatározása céljából. Ha megállapítható, hogy a hiba fő oka nem a hegesztéstechnológiával van összefüggésben, hanem a hegesztő elégtelen felkészültségének a következménye. Abban az esetben nem szükséges új próbadarabot hegeszteni, viszont a jegyzőkönyvet ki kell egészíteni a bizonyítékokat bemutató jelentéssel. A próbatestek helyzete és kivétele részénél már említettem korábban, hogy amennyiben roncsolásmentes vizsgálat során megengedhető eltérés kerül rögzítésre, abban az esetben lehetőség van a hibahelytől eltérő helyre jelölni a próbatest kimunkálási helyét, ehhez a korábban is meglévő engedményhez most kiegészítésként az új szabvány azt is engedélyezi, hogy amennyiben nem megengedhető eltérést talál az anyagvizsgálat a varratban, akkor megfelelően alátámasztva a hegesztéstechnológia megfelelőségét, szintén ki lehet jelölni a próbatesteket a regisztrált hibahelytől függetlenül egy eltolt pozícióban. Korábban azt is említi a szabvány, hogy az a hegesztő vagy hegesztőgép-kezelő, aki ezen szabvány szerint megfelelően végrehajtja a technológiavizsgálatot, megszerzi a vonatkozó, alkalmazott nemzeti/nemzetközi szabvány (MSZ EN ISO 9606-1:2017 [15], MSZ EN ISO 9606-4:2001 [16], MSZ EN ISO 14732:2014 [17]) szerinti minősítést feltéve, hogy teljesíti annak a szabványnak a vizsgakövetelményeit. Amennyiben nem megengedhető eltérés található a technológiavizsgálati próbadarabban, abban az esetben kérdéses az előbbi megállapítás, véleményem szerint ebben az esetben nem adható hegesztő bizonyítvány a hegesztőnek, hiszen bizonyíték támasztja alá a hegesztő elégtelen felkészültségét.

Érvényességi tartomány

A korábbi szabvány 8.1. fejezete (Általános előírás) tartalmazta azt a mondatot, hogy az e szabványnak való megfelelés érdekében a 7. fejezet (Ellenőrzés és vizsgálat) szerinti mindegyik feltételt teljesíteni kell. A korábbi szabvány 2008. novemberében kiadott A1-es módosítása [3] tartalmazta azt a kiegészítést, hogy a „7. fejezet” -et törölni kell a 8.1. fejezet vonatkozó mondatából és a helyére a „8. fejezet” -et kell értelmezni. Az új szabvány – figyelembe véve a 7.6. fejezetben (A vizsgálatok ismétlése) leírt engedményeket – már nem tartalmazza ezt a

követelményt és a korábbi szabvány 2008. novemberi A1-es módosítását [3] is szem előtt tartva ezt a mondatot már kihagyta a szabványalkotó. Az előírt tartományon kívülre eső változtatások új technológiavizsgálatot tesznek szükségessé. A hegesztéstechnológiának a gyártó által az új szabvány szerint elvégzett technológiavizsgálata azokban a műhelyekben, vagy azokban a helyszíneken végzett hegesztésekre érvényes, ahol a gyártó felelős a hegesztéstechnológia szerint végzett minden hegesztésért, ezen a területen nem történt változás. Az új szabvány 8.3. fejezete jelentős változásokat tartalmaz a korábbi szabványhoz és a 2008. novemberi A1-es [3], valamint a 2012. júliusi A2-es [4] módosítások tartalmához képest. A technológiavizsgálatok számának csökkentése céljából az acélokat, a nikkelt és ötvözeteket anyagcsoportokba sorolták az ISO/TR 15608:2017 szabvány [18] szerint, azonban az új szabvány tartalmazza az ISO/TR 20172-es [21], az ISO/TR 20173-as [22] és az ISO/TR 20174-es [23] szabványok szerinti alapanyag-besorolás lehetőségét is. Az ISO/TR 20172-es szabvány [21] az „Európai alapanyagokat”, pontosabban az acélokat, az alumínium és ötvözeteket, a réz és ötvözeteket, valamint az öntöttvasakat ISO/TR 15608:2017 szabvány [18] szerinti anyagbesorolását tartalmazza, tehát egyértelműen megadja, hogy egy adott szabványos megnevezésű alapanyag melyik anyagcsoportba tartozik. Az ISO/TR 20173-as szabvány [22] az „Amerikai alapanyagokat”, pontosabban az ASTM/ASME megnevezések, az UNS számok, az ASME/AWS P és M számok és alapanyagcsoportok alapján az acélokat, az alumínium és ötvözeteket, a nikkelt és ötvözeteket, a réz és ötvözeteket, a titán és ötvözeteket, a cirkónium és ötvözeteket, valamint az öntöttvasakat ISO/TR 15608:2017-as szabvány [18] szerinti anyagbesorolását adja meg, az ISO/TR 20174-es szabvány [23] pedig a „Japán alapanyagokat”, pontosabban az acélokat, az alumínium és ötvözeteket, valamint a titán és ötvözeteket ISO/TR 15608:2017-es szabvány [18] szerinti anyagbesorolását adja meg. Ez egészen pontosan azt jelenti, hogy egy amerikai, vagy japán alapanyagon elvégzett technológiavizsgálatot mindenféle akadálytól mentesen, az eredeti amerikai, vagy japán műbizonylat szabványos megnevezésű alapanyagán elvégezhető és a WPQR-ben az adott alapanyag szabványos megnevezése feltüntethető. A korábbi szabvány

A próbadarab vastagsága, t, [mm]		Érvényességi tartomány			A varratfém vastagsága eljárásonként, s, [mm]
		Alapanyag-vastagság, [mm]			
		1. szint	2. szint		
Egysoros	Többsoros				
t ≤ 3		0,5 t – 2 t			max. 2 s
3 < t ≤ 12		1,5 – 2 t	0,5 t (min. 3) – 1,3 t	3 – 2 t ^a	max. 2 s ^a
12 < t ≤ 20		5 – 2 t	0,5 t – 1,1 t	0,5 t – 2 t	max. 2 s
20 < t ≤ 40		5 – 2 t	0,5 t – 1,1 t	0,5 t – 2 t	max. 2 s, ha s < 20 max. 2 t, ha s ≥ 20
40 < t ≤ 100		5 – 200	-	0,5 t – 2 t	max. 2 s, ha s < 20 max. 200, ha s ≥ 20
100 < t ≤ 150		5 – 200	-	50 – 2 t	max. 2 s, ha s < 20 max. 300, ha s ≥ 20
150 < t		5 – 1,33 t	-	50 – 2 t	max. 2 s, ha s < 20 max. 1,33 t, ha s ≥ 20
a	2. szint esetén, ha az ütővizsgálat követelmény, de ütővizsgálatot nem végeznek, akkor a minősítés maximális vastagsága 12 mm-re van korlátozva.				

1. táblázat. Az anyagvastagság és a varratvastagság érvényességi tartománya tompavarratok esetén [1]

A próbadarab vastagsága, t, [mm]	Érvényességi tartomány		
	Anyagvastagság, [mm] ^a	Varratvastagság, [mm]	
		Egysoros	Többsoros
$t \leq 3$	0,7 t – 2 t	0,75 a – 1,5 a	Nincs korlátozás
$3 < t < 30$	3 – 2 t		
$30 \leq t$	5 ≤		
Amikor a sarokvarratot a tompavarrat vizsgálata alapján minősítik, a varratvastagság tartománya a varratfém vastagságán alapuljon.			
MEGJEGYZÉS: Az a-sarokvarratméret a próbadarabra a pWPS-ben előírt névleges varratvastagság.			
a	Eltérő anyagvastagságok esetén a próbadarab mindkét vastagságának minősítési tartományát külön kell meghatározni.		

2. táblázat. 2. szint: Az anyagvastagság és a sarokvarrat vastagságának érvényességi tartománya [1]

tartalmazta azt a kitélt, hogy amennyiben egy alapanyag két anyagcsoportba, vagy alcsoportba is tartozik, akkor azt minden esetben a kisebb követelményszintű anyagcsoportba vagy alcsoportba kell besorolni, ez a kitétel az új szabványból – érthetően, a jelentős szabványi alapanyag-besorolás-támogatásnak köszönhetően – már kimaradt. A maradék hegfűrdő-megtámasztásra használt anyagot minősített (al)csoportba tartozó alapfémnek kell tekinteni, ez azonban nem új követelmény, a korábbi szabvány 2008. novemberi A1-es módosítása [3] már tartalmazta ezt az előírást. Amíg a korábbi szabványban az acélokra vonatkozó érvényességi tartományokat a 3. táblázat, a nikkelötvözetekre, valamint az acélok és nikkelötvözetek közötti vegyeskötésekre pedig a 4. táblázat tartalmazta az előírásokat, addig az új szabványban az acélok érvényességi tartományát az 5. táblázat tartalmazza, a nikkelötvözetekre, valamint az acélok és nikkelötvözetek közötti vegyeskötések érvényességi tartományát pedig a 6. táblázat tartalmazza. A korábbi táblázatos érvényességi tartomány-meghatározáshoz viszonyítva az új szabványban sokkal egyértelműbb az érvényességi tarto-

mányok meghatározása, a táblázatok tartalmazznak új érvényességeket a korábbi meghatározáshoz képest, amely változások az új szabvány 5. és 6. táblázatában vannak egyértelműen megnevezve. Minden technológivizsgálat egyedi esetet jelent és az új szabvány értelmében pontosan meghatározható, hogy a hegesztett kötés érvényessége a későbbiekben mire fog kiterjedni. Kombinált hegesztési eljárás minősítése esetén az egyes eljárásokkal leolvasztott, tényleges vastagságot kell alapul venni az egyes hegesztési eljárások minősítési tartományához. Az új szabvány az anyagvastagságra vonatkozó általános előírások között megköveteli, hogy az alapanyag- és varratfémvastagság minősítésének határai feleljenek meg a 7. és 8. táblázatnak és a varratfém minősítésének határait ne lépjék túl a gyártási varratok, kivéve a sarokvarratot, ha a vastagságát nem kell figyelembe venni. Itt látható egy változás a korábbi szabványhoz képest, mert új elemként megjelenik a varratfémvastagság, ami korábban nem szerepelt a szabványban. A tompa- és sarokvarratokra vonatkozó érvényességi tartományokat a korábbi szabvány az 5. és 6. táblázatban írta elő. Az új szabvány szerinti tom-

pavarratokra vonatkozó érvényességi tartományokat az 1. táblázatban mutatatom be.

Az itt feltüntetett 1. táblázat tartalma megegyezik az új szabvány 7. táblázatának tartalmával és változások láthatók a korábbi szabvány 5. táblázatához viszonyítva. A korábban $12 < t \leq 100$ mm-es hegesztett alapanyagvastagságra vonatkozó előírást az új szabvány 3 részre bontotta. Amíg korábban a szabvány „engedte” a maximálisan 100 mm-es alapanyagvastagságot egy réteggel hegeszteni, addig az új szabvány maximálisan 40 mm-es vastagságnak engedélyezi az egysoros hegesztését. Új elem az 1. szint megjelenése az érvényességre vonatkozó meghatározásban, valamint szintén új elem az érvényességi tartományban az eljárásenkénti varratfém vastagságának maximalizálására vonatkozó követelménye is. Jelentős változás a $t \leq 3$ mm-es alapanyagvastagságra vonatkozó érvényességi tartomány értéke, korábban ennek a tartománynak az érvényességét a szabvány külön-külön kezelte egyrétegű és többretegű varrat esetén, ezzel szemben az új szabvány egy érvényességet állapít meg az egysoros és a többsoros hegesztésre vonatkozóan. Korábban a $t \leq 3$

A próbadarab átmérője, D, [mm]	Érvényességi tartomány, [mm]
D	$0,5 D \leq$
1. MEGJEGYZÉS: A kör keresztmetszettől eltérő (pl. ellipszis keresztmetszetű) üreges profil esetén a D-méret a kisebb oldal méretét jelenti.	
2. MEGJEGYZÉS: D a tompavarratos cső vagy a csőelágazás elágazó csővének külső átmérője (lásd a 4. ábrán a D_2 külső átmérőt).	

3. táblázat. 2. szint: A cső és a csőelágazás külső átmérőjének érvényességi tartománya [1]

mm-es alapanyagvastagságra vonatkozó érvényességi tartomány esetében a minimális érvényességet egyrétegű és többretegű varrat esetén is 0,7 t értékben határozta meg a szabvány, jelenleg az új szabvány engedélyezi a 0,5 t értékű legkisebb érvényességet is ennél az anyagvastagság-tartománynál. Szintén változtatás található a $3 < t \leq 12$ alapanyag vastagságra vonatkozó tartományban. Korábban ebben a tartományban egyrétegű és többretegű varratra is érvényes volt az „a” megjegyzés, miszerint ha az ütvizsgálat követelmény, de ütvizsgálatot nem végeznek, akkor a minősítés maximális vastagsága 12 mm-re van korlátozva, az új szabvány azonban az egysoros varratok esetében ezt a korlátozást megszünteti. Ha egy 12 mm-es alapanyagvastagságú többsoros hegesztett kötést készít el a gyártó a hegesztéstechnológia minősítése céljából és nem végez ütvizsgálatot, abban az esetben maximalizálva van a technológia érvényessége 12 mm-ben. Ezzel szemben, ha egy 12 mm-es alapanyagvastagságú egysoros hegesztett kötést készít el a gyártó ugyanezen célból és szintén nem végez ütvizsgálatot, akkor a hegesztéstechnológia érvényes lesz 15,6 mm-es vastagságra is a későbbi gyártmányok esetében. Tehát egy 15,6 mm-es vastagságú, egysorral készített hegesztett kötés megfelelő ütvizsgálati eredmény nélkül, a berendezés integritása szempontjából kedvezőtlen öntött szerkezetű varratfémrel, az új szabvány szerint elfogadható az alapanyag szerinti legalacsonyabb átmeneti hőmérsékleten. Végezetül pedig az utolsó változtatás a 100 mm feletti alapanyagvastagság tartományban található. A korábbi szabvány ezt a tartományt egyben kezelte, most azonban az új szabvány külön kezeli, ami az eljárásokonkénti varratfém vastagság-tartományban mutatkozik meg. Az új szabvány szerinti sarokvarratokra vonatkozó érvényességi tartományokat a 2. táblázatban mutatom be.

Az itt feltüntetett 2. táblázat tartalma megegyezik az új szabvány 8. táblázatának tartalmával és egy változás

látható a korábbi szabvány 6. táblázatához viszonyítva. A korábbi szabvány 0,5 t-től (min. 3) 1,2 t-ig hegesztett alapanyagvastagságra vonatkozó előírását a 2012. júliusi A2 módosítás [4] felülírta 0,5 t-től (min. 3) 2 t-ig előírásra, azonban az új szabvány „engedélyezi” a 3–2 t hegesztett alapanyagvastagságot a későbbi gyártmányokon. Ez az előírás könnyebbé teszi a korábbiakhoz képest és ez a rendkívül széles anyagvastagságra vonatkozó minősítési tartomány valószínűleg jelentősen csökkenti a sarokvarratos hegesztéstechnológia minősítések számát a jövőben. Az 1. szintre vonatkozóan az új szabvány 8.3.2.2. fejezete adja meg az érvényességi tartományokat, miszerint egy tompavarratra vagy sarokvarratra végzett vizsgálat minősít minden anyagvastagságot és sarokvarratméretet, ezért látható már a táblázat megnevezésében is a 2. szint megnevezés. Új előírás a megjegyzések résznél az „a” megjegyzés, miszerint eltérő anyagvastagságok esetén a próbadarab mindkét vastagságának minősítési tartományát külön kell meghatározni. Ez a követelmény a korábbi szabványban nem szerepelt, az új szabvány előírása azonban teljesen egyértelmű és kérdéseket kizáróan meghatározza a minősítési tartományok meghatározására vonatkozó követelményt. A jelenleg érvényben lévő szabvány tartalmaz egy mondatot, ami tartalmát tekintve a korábbi szabványban is szerepelt, ez pedig a sarokvarratos WPS-ek tompavarratos hegesztéstechnológiával történő alátámasztásának lehetőségét részletezi, azonban véleményem szerint nem kellően részletes. Egyértelműsíthette volna a szabványalkotó, hogy amikor a tompavarrat vizsgálata alapján minősítik a sarokvarratot – ez a későbbi gyártmányokhoz készített WPS-ekre vonatkozó előírás –, akkor az egysoros hegesztett tompavarratos technológiák varratfémvastagságát figyelembe véve lehessen meghatározni az egysoros sarokvarratos WPS-ek a-sarokvarratméretét, a többsoros tompavarratos technológiák varratfémvastagságát pedig csak a többsoros sa-

rokvarratokhoz lehessen felhasználni. Az előző problémafelvetésem szakmailag egyértelmű és értelemszerűen így alkalmazandó, azonban a szabvány kétértelműsége miatt mégis előfordulhat olyan eset, amikor valaki egy többretegű tompavarratos WPQR varratfémvastagsága alapján számolja ki az egysoros sarokvarratos WPS a-sarokvarratméret érvényességét, ezt pedig a szabványi környezet egyértelműen nem tisztázza. Az új szabvány szerinti, a csövek és csőelágazások átmérőjére vonatkozó érvényességi tartományt a 3. táblázatban mutatom be.

Az itt feltüntetett 3. táblázat tartalma megegyezik az új szabvány 9. táblázatának tartalmával és változás látható a korábbi szabvány 7. táblázatához viszonyítva. A korábbi szabvány a próbadarab átmérőjére vonatkozó méretet két mérettartományra osztotta, az új szabvány ezzel szemben átmérőtől függetlenül 0,5 D értéktől felfelé adja meg az érvényességet. Az 1. szintre vonatkozóan az új szabvány 8.3.3. fejezete az átmérőt nem lényeges változónak tekinti, minden termékalkal, pl. lemez, cső, kovácsdarab, vagy öntvény minősítése érvényes minden termékalkakra. A tompavarratos csövek minősítése érvényes a tompavarratos lemezekre. A lemezekre megszerzett technológia minősítés érvényes az 500 mm-nél nagyobb átmérőjű csövekre, vagy a 150 mm-nél nagyobb átmérőjű, forgatott PC- vagy PF-, illetve forgatott PA-helyzetben hegesztett csövekre. A korábbi szabvány 8.3.3. fejezete rendelkezett a csőelágazás szögének érvényességi tartományáról, azaz az α szögű csőelágazásra végzett technológiavizsgálat érvényes volt korábban $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$ tartományban. Az új szabvány a 60° és 90° közötti α elágazási szöggel készített próbadarab esetén megadja az érvényességet $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ elágazási szögére. Az $\alpha < 60^\circ$ elágazási szög esetén külön próbadarab hegesztése szükséges, amelynek minősítése α és 90° közötti elágazási szögekre érvényes. A korábbi szabvány 8.4.3. fejezetének b, pontja, az új szabvány 8.4.3. fejezetének c, pontja ad „engedményt” a csőelágazá-

Hőbevitel számítása – ISO/ TR 17671-1:2002 szerint	Ívenergia számítása – ISO/TR 18491:2015 szerint		
	[A]	[B]	[C]
$Q = k \times \frac{U \times I}{v} \times 10^{-3}$	$E = \frac{U \times I}{v} \times 10^{-3}$	$E = \frac{IE}{L} \times 10^{-3}$	$E = \frac{IP}{v} \times 10^{-3}$
Q, hőbevitel értéke, [kJ/mm]	E, ívenergia, [kJ/mm]	E, ívenergia, [kJ/mm]	E, ívenergia, [kJ/mm]
k, termikus hatásfok, [-]	U, ívfeszültség, [V]	IE, pillanatnyi energia, [J]	IP, pillanatnyi teljesítmény, [J/s]
U, ívfeszültség, [V]	I, hegesztőáram, [A]	L, hegesztett sor hossza, [mm]	v, hegesztési sebesség, [mm/s]
I, hegesztőáram, [A]	v, hegesztési sebesség, [mm/s]		
v, hegesztési sebesség, [mm/s]			

4. táblázat. Hőbevitel és az ívenergia számítása [25], [26]

si szövegekre vonatkozóan, azaz a csövek tompavarrataira vonatkozó minősítés esetén megadja az érvényességet az $\alpha \geq 60^\circ$ szögű csőelágazásokra is. Tehát csak abban az esetben van szükség csőelágazás technológiai vizsgálatára, amennyiben az $\alpha < 60^\circ$.

Az összes hegesztéstechnológiára vonatkozó érvényesség

Az új szabvány és a korábbi szabvány is a 8.4.1. fejezetében tárgyalja a hegesztési eljárásokra vonatkozó előírásokat. Tartalmilag nem történt jelentős változás, a különböző gépesítettségi szinteket továbbra is egymástól függetlenül kell minősíteni, a minősítés csak a technológiai vizsgálat során alkalmazott hegesztési eljárásra, vagy eljárásokra érvényes, kombinált hegesztési eljárás esetén a hegesztéstechnológia minősítése elvégezhető az egyes eljárások külön-külön történő vizsgálatával is. A hegesztéstechnológia vizsgálatát el lehet végezni kombinált eljárásra is. Amikor a próbadarabot több hegesztési eljárással készítik, a technológia csak a próbadarabon alkalmazott sorrendre érvényes és a próbatesteknek magukban kell foglalniuk mindegyik alkalmazott eljárás varratfémét. Új előírás, hogy a minősítés során alkalmazott egyik hegesztési eljárás alkalmazása megengedett a gyökutánhegesztési varratos elkészítésére. Tehát ha egy nyomástartó berendezés-gyártó pl. 141/111/121 kombinált hegesztéstechnológiát készít a hossz- és körvarratok hegesztésére, abban az esetben a záróvarrat hegesztésekor a gyökutánhegesztéshez alkalmazhatja a 141-es és a 111-es hegesztő eljárást is, nem szükséges a záróvarrathoz a gyökutánhegesztés miatt új hegesztéstechnológiát minősíteni. Az új szabvány és a korábbi szabvány is a 8.4.2. fejezetben rendelkezik a hegesztési helyzetekre vonatkozó érvényességről, a hegesztési helyzeteket tekintve nincs

tartalmi változás. A 8.4.3. fejezetben a korábbi és a jelenleg érvényben lévő szabvány is a kötéstípusok és varratípusok érvényességi tartományát részletezi, a tartalmat tekintve a 2. szintre vonatkozóan egy változást tartalmaz az új szabvány, tompavarratos hegesztéstechnológiánál engedélyezi a felrakóhegesztésre történő érvényesség megadását. A felhegesztett rétegre a tompavarratos próbadarab minősítése érvényes, párnaréteg külön próbadarabon kell készíteni tompavarrattal együtt. Az új szabvány a 8.4.4. és a 8.4.5. fejezetben tárgyalja, a korábbi szabvány pedig a 8.4.4., a 8.4.5. és a 8.4.6. fejezetben tárgyalta a hozaganyagokra vonatkozó érvényességi tartományt, 2. szint esetén a korábbi korlátozás érvényben maradt. A technológiai vizsgálat során alkalmazott hozaganyagok akkor érvényesek más hozaganyagokra is, ha az adott hozaganyagra vonatkozó nemzetközi szabványnak megfelelő jelölés szerint a mechanikai tulajdonságai egyenértékűek, bevonatuk, portöltetük típusa egyezik, a névleges vegyi összetételük azonos, továbbá a hidrogéntartalmuk azonos, vagy kisebb. Az új szabvány azt írja elő, hogy amennyiben az alkalmazási szabvány szerint az ütvizsgálat előírt hőmérséklete kisebb -20°C -nál, abban az esetben a 111-es, 114-es, 12-es, 136-os és 132-es hegesztő eljárás esetén az érvényességi tartomány a hozaganyag gyártói, kereskedelmi nevére korlátozódik. Ebben az esetben is megváltoztatható a hozaganyag gyártója másra, ha a jelölés kötelező része megegyezik, és ha a legnagyobb minősített hőbevitellel hegesztenek egy további próbadarabot és varrat ütvizsgálatot végeznek. Ez az előírás/megkötés nem érvényes az azonos jelölésű és névleges vegyi összetételű tömör hegesztőhuzalokra és pálcákra. A korábbi és a jelenleg érvényben lévő szabvány is a hozaganyagok méretére vonatkozóan azt írja elő, hogy a hozaganyag mérete megváltoztat-

ható, amennyiben a hőbevitel részről feltüntetett megkötések teljesülnek. Az új szabvány áramnemre és polaritásra vonatkozó előírásait a 8.4.6. fejezet tartalmazza, ezt a korábbi szabvány 8.4.7. fejezete tartalmazta, az előírások tekintetében nincs tartalmi változás az új szabványban. A hőbevitelre vonatkozó előírásokat a korábbi szabványban a 8.4.8. fejezet tartalmazta és azt írta elő, hogy amennyiben ütmunka követelmény van előírva, abban az esetben a hőbevitel felső határa – a későbbi gyártmányok hegesztéséhez készített WPS-ekben – 25%-kal lehet nagyobb a technológiai vizsgálat során készített próbadarab hegesztésére alkalmazott értéknél és amennyiben keménységre van előírás, abban az esetben a hőbevitel alsó határa – a későbbi gyártmányok hegesztéséhez készített WPS-ekben – 25%-kal lehet kisebb a technológiai vizsgálat során készített próbadarab hegesztésére alkalmazott értéknél. A korábbi szabvány előírta, hogy amennyiben a technológiai vizsgálatot nagy és kis hőbevitellel is elvégezték, akkor a minősítés a két hőbevitel közötti minden hőbevitel-értékre érvényes. A hőbevitelre vonatkozó előbbi követelmények az új szabványban 2. szintre vonatkozó előírásokként továbbra is szerepelnek, azonban vannak jelentős változások az új szabályzásban. Korábban a hőbevitel kalkulációját az MSZ EN 1011-1:2009 [24] szabvány előírásai szerint kellett végezni, most azonban a hőbevitel mellett a szabvány lehetőséget ad az ívenergia kalkulációjára. Rendelkezik az új szabvány a számítások módjáról is, az ívenergiát az ISO/TR 18491 szabvány [25], a hőbevitelt pedig az ISO/TR 17671-1 szabvány [26] előírásai szerint kell számítani és a továbbiakban a hőbevitel, vagy az ívenergia számításának menetét is dokumentálni kell a hegesztéstechnológiát minősítő dokumentumban. A hőbevitel és az ívenergia számítására vonatkozó képleteket a 4. táblázatban összesszegem.

Hegesztő eljárás szám kódja	Hegesztő eljárás megnevezése	Termikus hatások, k, [-]
121	Tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés	1,0
111	Kézi ívhegesztés	0,8
131	Tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés)	0,8
135	Tömör huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés)	0,8
114	Önvédő, porbeles huzalelektrodás ívhegesztés	0,8
136	Porbeles huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés)	0,8
137	Porbeles huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés)	0,8
138	Fémportöltetű huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés)	0,8
139	Fémportöltetű huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés)	0,8
141	Tömör huzallal/pálcával végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés	0,6
15	Plazmaívhegesztés	0,6

5. táblázat. Hegesztő eljárások termikus hatásfok-értékei, [26]

Az új szabvány a számításra vonatkozóan nem adja meg, hogy mely esetekben melyik képletet kell alkalmazni, azonban az ívenergia számítását tartalmazó szabvány rendelkezik a képletek alkalmazhatóságáról. Az ISO/TR 18491 [25] szabvány bevezet egy új fogalmat, a „waveform controlled welding” meghatározást. Az új MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány [1] a nemzeti előszóban tisztázza az előbbi meghatározást, amelynek magyar nyelven a „teljesítménymodulált hegesztés” meghatározást adja. Az előző meghatározások alkalmazásának elhagyását pedig az ISO/TR 18491-es [25] szabvány a „welding without waveform control” meghatározásnak nevezi, ezt az új MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány [1] a nemzeti előszóban magyar nyelven a „teljesítménymoduláció nélküli hegesztés” meghatározást adja. Az ISO/TR 18491-es szabvány [25] a 6. fejezetében meghatározza, hogy a teljesítménymoduláció nélküli hegesztések esetében az ívenergiát mindhárom (A, B, C) metódus szerint ki lehet számítani, azonban a teljesítménymodulációval végzett hegesztések esetében csak a B és a C metódust engedélyezi a számítás elvégzésére, mivel a szabvány állítása szerint, amennyiben a teljesítménymodulált hegesztő eljárásoknál az A metódust alkalmazzuk, abban az esetben a kapott végeredmény akár 70%-kal is eltérhet a tényleges hőbeviteltől/ívenergiától. Az új szabvány a termikus hatásfok értékére az ISO/TR 17671-1-es szabvány [26] előírásait hivatkozza meg, a termikus hatásfok értékeit az 5. táblázatban összegzem.

Az új szabvány bevontelektrodás kézi ívhegesztési eljárásra vonatkozóan előírja, hogy a minősített hőbevitel meghatározása céljából mindegyik alkalmazott átmérőre számítani kell az átlagos hőbevitelt. 111-es hegesztő el-

járás esetén a hőbevitelt mérni lehet az egy elektróda hosszára eső kihúzási hossz alapján is az új szabvány követelménye értelmében. Az új szabvány engedményeket tartalmaz a technológiavizsgálat során alkalmazott előmelegítési- és sorközi hőmérsékletre vonatkozóan. Előmelegítési hőmérsékletre 50 °C-os csökkenést, sorközi hőmérsékletre pedig 50 °C-os növekedést engedélyez a technológiavizsgálat során rögzített hőmérséklet-értékekre vonatkozóan. Az új szabvány kiter a takarósor hegesztése előtti sorközi/előmelegítési hőmérséklet értékére, amennyiben a technológiavizsgálatnál szándékosan a takaró sor hegesztése előtt magasabb értékű sorközi/előmelegítési hőmérsékletet alkalmaz a gyártó, abban az esetben ezt rögzíteni kell a WPQR-ben és a későbbi gyártmányok hegesztéséhez készített WPS-eknél szintén alkalmazni kell lényeges változóként. Ez a korlátozás nem érvényes, amennyiben a felső átalakulási hőmérséklet feletti, hegesztés utáni hőkezeléssel (PWHT) vagy ausztenites anyag esetén a hegesztést követő oldó lágyítással minősíti a gyártó a hegesztéstechnológiát. A sorközi hőmérsékletre vonatkozóan a minősítés felső határa a 8-as, 10-es és 41-48-as anyagcsoportok esetén a technológiavizsgálat során elért legnagyobb sorközi hőmérséklet. Az új szabvány előírja, hogy a hidrogéntelenítő izzítás hőmérsékletét és idejét nem szabad csökkenteni. A hidrogéntelenítő izzítás nem hagyható el, de utólag kiegészíthető vele a technológia. Hegesztés utáni hőkezelés tekintetében az új szabvány előírásai nem változtak a korábbi szabványhoz viszonyítva, hegesztés utáni hőkezelés beiktatása vagy elhagyása továbbra sem engedélyezett. Az új szabvány 2. szint esetén a hegesztés utáni hőkezelés hőmérséklet-tartományát a

technológiavizsgálat során alkalmazott hőntartási hőmérséklet ± 20 °C-os tartományban korlátozza. Az új szabványból kihagyta a szabványalkotó a hegesztés előtti hőkezelésre vonatkozó előírást, így a korábbi szabvány előírását a továbbiakban nem kell figyelembe venni.

Fedettívű hegesztő eljárásra (12-es hegesztési eljárascsoportra) vonatkozó feltételek

Az új szabvány 2. szintre vonatkozó előírásai között megtalálhatók a korábbi szabvány előírásai. Az új szabvány előírja, hogy amikor újraőrölt salakból származó fedőport alkalmaznak, abban az esetben minden adag vagy keverék számára új technológia minősítés szükséges. Huzal (hideg vagy meleg huzal) hozzáadása vagy elhagyása esetén új minősítés szükséges és a járulékos hozaganyagoknak a huzalelektrodához viszonyított arányának $\pm 10\%$ -nál nagyobb eltérése esetén szintén új minősítés szükséges.

Huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztő eljárásokra (13-as hegesztési eljárascsoportra) vonatkozó feltételek

Az új szabvány 2. szintre vonatkozó előírásai között megtalálhatók a korábbi szabvány előírásai számos kiegészítéssel. Az új szabvány előírja, hogy megengedett a széndioxid-tartalomnak a névleges összetételhez viszonyított legfeljebb $\pm 20\%$ -os változása és előírja hogy egy gázkomponens legfeljebb 0,1%-os szándékos csökkentése vagy növelése esetén nem kell új hegesztéstechnológiai vizsgálatot végezni. A minősítés a technológiavizsgálat során alkalmazott huzalelőtoló rendszerre vonatkozik (pl. egy-

vagy többhuzalos előtolás). Előírja az új szabvány továbbá, hogy tömör, illetve fémportöltetű huzalelektrodák esetén a rövidzárlatos anyagátvitel alkalmazásával szerzett minősítés csak a rövidzárlatos anyagátvitelre érvényes. Finomcseppes, impulzusos, vagy nagycseppes anyagátvitel alkalmazásával szerzett minősítés érvényes finomcseppes, impulzusos és nagycseppes anyagátvitelre. Amennyiben az áramforrást teljesítménymodulált üzemmódban használják, abban az esetben az áramforrás gyártóját és a teljesítménymoduláció módját minden ide tartozó egyéb adattal együtt rögzíteni kell a WPQR-ben. Az áramforrás gyártójának egyikről másikkra változása vagy a teljesítménymoduláció módjának megváltozása új minősítő vizsgálatot tesz szükségessé. Ha az áramforrást impulzusos üzemmódban használják, az áramforrás gyártóját minden ide tartozó egyéb adattal együtt rögzíteni kell a WPQR-ben. Az áramforrás gyártójának egyikről másikkra változása nem tesz szükségessé új minősítő vizsgálatot. Amennyiben a WPQR minősítésére használt áramforrást teljesítménymoduláció nélkül használják, abban az esetben is azonosítani kell a WPQR-ben az áramforrás gyártóját. Az áramforrás gyártójának egyikről másikkra változása nem tesz szükségessé új minősítő vizsgálatot.

Védőgáz, volfrámelektrodos ívhegesztőeljárásokra (14-es hegesztési eljárás csoportra) vonatkozó feltételek

Az új szabvány szerint a minősítés érvényessége a technológiavizsgálat során használt védőgáz névleges összetételére korlátozódik, azonban megengedett a héliumtartalomnak a névleges összetételhez viszonyított legfeljebb $\pm 10\%$ -os változása. Bármelyik gázkomponens legfeljebb $0,1\%$ -os szándékos csökkentése vagy növelése esetén nincs szükség a hegesztéstechnológia újbóli minősítésére. A hozaganyaggal végzett hegesztés technológiavizsgálata nem érvényes hozaganyag nélkülire és fordítva.

Plazmaívhégesztőeljárásra (15-ös hegesztési eljárás csoportra) vonatkozó feltételek

Az új szabvány szerint a hegesztéstechnológia minősítése csak a tech-

nológiavizsgálat során használt plazmagáz összetételére vonatkozik és a minősítés csak a technológiavizsgálat során használt védőgáz névleges összetételére vonatkozik. A hozaganyaggal végzett hegesztés technológiavizsgálata nem érvényes hozaganyag nélkülire és fordítva. Ha az ütővizsgálat követelmény, a varrat-előkészítés megváltoztatása esetén új technológiavizsgálat szükséges.

Oxigén-acetilén lánghegesztő eljárásra (311-es hegesztő eljárásra) vonatkozó feltételek

A hozaganyaggal végzett hegesztés technológiavizsgálata nem érvényes hozaganyag nélkülire és fordítva.

Gyökvedő gáz

A korábbi szabványban még nem szerepel különálló fejezetként, azonban az új szabvány már egy teljesen külön fejezetet szentel a gyökoldali gázvédelemre vonatkozó érvényességi tartományok meghatározására. Az új szabvány 2. szint esetén kimondja, hogy gyökoldali gázvédelem nélküli tompavarratos technológiavizsgálat minősíti az MSZ EN ISO 14175:2008 szabvány [27] szerinti I, N1, N2 és N3 csoportba tartozó gyökvedő gázos hegesztéstechnológiát, de ez fordítva nem igaz. A gyökvedő gáz főcsoportja érvényes ugyanannak a főcsoportnak az alcsoportjai (osztályozás az MSZ EN ISO 14175:2008 szabvány [27] szerint). Az ISO/TR 15608:2017 szabvány [18] szerinti 1-6 anyagcsoportok esetén az I, N1, N2 és N3 csoportba tartozó gyökvedő gázok közötti változaskor nem szükséges új technológia minősítés. A 8-as és 41-48-as anyagcsoportok esetén az I, N és R csoportba tartozó gyökvedő gázok közötti változaskor szintén nem szükséges új technológiavizsgálat. A 7-es és 10-es anyagcsoportok esetében a gyökvedő gázcsoport minden változásakor új technológiavizsgálat szükséges. Ha a gyártásban a varratot legalább 5 mm-es vastagságú megtámasztó alátéttel hegesztik, a gyökvedőgáz elhagyása elfogadható.

A hegesztéstechnológia minősítésének jegyzőkönyve (WPQR)

A WPQR minden próbadarab értékelésének eredményeit tartalmazó dokumentum, beleértve a megismételt

vizsgálatokat is. Tartalmaznia kell az ISO 15609 szabványsorozat vonatkozó részében a WPS felsorolt elemeit, azokkal a jellemzőkkel együtt, amelyek az új szabvány 7. fejezetének követelményei alapján nem lennének elfogadhatók. Ha nincs kifogásolható jellemző vagy nem megfelelő vizsgálati eredmény, akkor a technológiavizsgálat vizsgálati eredményeit tartalmazó WPQR minősítve van és a minősítőnek, vagy a tanúsító szervezetnek kell kelteznie és aláírnia. Az új szabvány 2. szint esetén megköveteli, hogy olyan WPQR-formátumot kell használni a hegesztéstechnológiára vonatkozó minősítés korlátainak és szintjének, valamint vizsgálati eredmények részleteinek feljegyzésére, amely lehetővé teszi az adatok egységes megjelenítését és értékelését. Ha az alkalmazási szabvány vagy előírás szerint követelmény, akkor pl. az alapanyagok és a hegesztési hozaganyagok bizonylatait a WPQR-hez kell csatolni.

Mellékletek

Az új szabvány A melléklete tartalmazza az 1. szinthez kapcsolódóan mintegy segédletként a hozaganyagok F-szám szerinti és a vasalapú varratfémek A-szám szerinti csoportosítását. A B melléklet tájékoztató jellegű és a WPQR-formátum minimális tartalmi követelményeit hivatott bemutatni. A ZA melléklet mutatja be az MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány [1] és a PED (2014/68/EU irányelv) alapvető követelményei közötti kapcsolatot, a ZA melléklet tartalmát tekintve tehát azt mutatja be, hogy jelen szabvány 2. szintjén történő technológia tanúsítás kielégíti a PED követelményeit. A ZB melléklet mutatja be az MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabvány [1] és a SPVD (2014/29/EU irányelv) alapvető követelményei közötti kapcsolatot, a ZB melléklet tartalmát tekintve azt mutatja be, hogy jelen szabvány szerinti dokumentált technológiavizsgálati dokumentum (WPQR, 1. vagy 2. szinten minősítve) kielégíti az SPVD követelményeit.

Összegzés

A szabványismertető megírásával az volt a legfőbb célom, hogy az új MSZ EN ISO 15614-1:2017 szabványon pontról pontra haladva minden változást bemutassak a korábbi kiadású szabvány előírásaihoz viszonyítva, a változások adta új lehetőségeket és korlá-

tokat ismertessem, valamint hogy a hegesztő szakmérnökök számára segítséget nyújtsak a szabvány értelmezésében. Személyes véleményem az új szabvánnyal kapcsolatban, hogy szükség volt a változtatásra, szakmai szempontból a biztonság irányába történtek változások, valamint gazdasági szempontokat is figyelembe véve a technológiai vizsgálatok száma jelentősen csökkenni fog az új érvényességi tartományok bevezetésével, különösen igaz ez a megállapítás a sarokvarratokra vonatkozóan. Vannak kérdéses részek a szabványban amelyek szakmai vitát tehetnek szükségessé, ide értem például az új szabvány 7.6. fejezete adta új lehetőséget, hogy a roncsolásmentes vizsgálatokkal lokalizált nem megengedhető eltérést tartalmazó technológia vizsgálatoknál lehetőséget ad az új szabvány a gyártó részére, hogy a hegesztő felkészültségét jelentéssel támassza alá ezzel mintegy megvédve a hegesztéstechnológiát. Személyes véleményem, hogy az új szabványban meghatározott követelmények megfelelő szakmai alapot szolgáltatnak a jövőben a hegesztéstechnológiák minősítéséhez.

Irodalomjegyzék

- MSZ EN ISO 15614-1:2017 – Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztése. (ISO 15614-1:2017, 2017.10.01-jei helyesbített változat), [1-51. oldal]
- MSZ EN ISO 15614-1:2004 – Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és gázhegesztése, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztése. (ISO 15614-1:2004), visszavont szabvány, [1-32. oldal]
- MSZ EN ISO 15614-1:2004/A1 – Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és gázhegesztése, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztése. 1. módosítás (ISO 15614-1:2004/Amd 1:2008), visszavont szabvány, [1-9. oldal]
- MSZ EN ISO 15614-1:2004/A2 – Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és gázhegesztése, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztése. (ISO 15614-1:2004/Amd 2:2012), visszavont szabvány, [1-7. oldal]
- AD 2000-Merkblatt HP 2/1, Ausgabe Juli 2012 – Verfahrensprüfung für Schweißungen, 3.1 fejezet, [2. oldal]
- TRD 201:1999, Annex 1, Edition September 1999 – Welding of steel components, Guidelines for the approval of welding procedures, 3.1 fejezet, [2. oldal]
- DVGW-Arbeitsblatt GW 350:2006 – Schweißverbindungen an Rohrleitungen aus Stahl in der Gas- und Wasserversorgung – Herstellung, Prüfung und Bewertung, 2. táblázat, [10. oldal]
- MSZ EN 13445-4:2018 – Nem fűtött nyomástartó edények. 4. rész: Gyártás, 7.3. fejezet, [19-20. oldal]
- MSZ EN 13480-4:2018 – Fémekből készült ipari csővezetékek. 4. rész: Gyártás és szerelés, 9.3.1-1 táblázat, [25. oldal]
- MSZ EN 12952-5:2012 – Vízcsöves kazánok és segédberendezéseik. 5. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása, 8.1.5 fejezet 311 jelű hegesztő eljárásra és 8.3.1 fejezet ömlesztőhegesztési eljárásokra, [22. oldal, 24. oldal]
- MSZ EN 12953-4:2018 – Nagy víztérű kazánok. 4. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása, 5.14.2.3 fejezet, [19. oldal]
- MSZ EN 1090-2:2018 – Acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezése. 2. rész: Acélszerkezetek műszaki követelményei, 7.4.1.2 fejezet, 12. táblázat, [49. oldal]
- MSZ EN 15085-4:2008 – Vasúti alkalmazások. Vasúti járművek és részegységek hegesztése. 4. rész: Gyártási követelmények, 4.1.4 fejezet, [7. oldal]
- MSZ EN 12732:2013+A1:2014 – Gázinfrastruktúra. Acélcsövek hegesztése. Működési követelmények, 11.4.1 fejezet, [26. oldal]
- MSZ EN ISO 9606-1:2017 – Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 1. rész: Acélok (ISO 9606-1:2012, tartalmazza a 2012. évi 1. és a 2013. évi 2. helyesbítést), [1-44. oldal]
- MSZ EN ISO 9606-4:2001 – Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 4. rész: Nikkel és nikkelötvözetek (ISO 9606-4:1999), [1-29. oldal]
- MSZ EN ISO 14732:2014 – Hegesztési személyzet. Hegesztőgép-kezelők és beállítók minősítése fémek gépesített és automatizált hegesztésére (ISO 14732:2013), [1-20. oldal]
- ISO/TR 15608:2017 – Welding – Guidelines for a metallic materials grouping system, [1-15. oldal]
- MSZ EN 25817:1993 – Irányelvek acélok ívhegesztéssel készített kötéseinek csoportosítására a megengedhető eltérések alapján, visszavont szabvány, [1-14. oldal]
- MSZ EN ISO 5817:2014 – Hegesztés. Acél, nikkel, titán és ötvözetek ömlesztőhegesztéssel készített kötése (a sugaras hegesztések kivételével) készített kötése. Az eltérések minőség-szintjei. (ISO 5817:2014), [1-32. oldal]
- ISO/TR 20172:2009 – Welding – Grouping systems for materials – European materials.
- ISO/TR 20173:2018 – Welding – Grouping systems for materials – American materials.
- ISO/TR 20174:2005 – Welding – Grouping systems for materials – Japanese materials.
- MSZ EN 1011-1:2009 – Hegesztés. Ajánlások fémek hegesztéséhez. 1. rész: Általános irányelvek ívhegesztéshez, [1-16. oldal]
- ISO/TR 18491:2015 – Welding and allied processes – Guideline for measurement of welding energies, [1-14. oldal]
- ISO/TR 17671-1:2002 – Welding – Recommendations for welding of metallic materials. Part 1: General guidance for arc welding, [1-18. oldal]
- MSZ EN ISO 14175:2008 – Hegesztőanyagok. Gázok és gázkeverékek ömlesztőhegesztéshez és rokon eljárásokhoz. (ISO 14175:2008), [1-13. oldal]

*Varga Zsolt – TAM CERT Magyarország
Vizsgáló és Tanúsító Kft.
Terméktanúsítóhely Vezető

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
MSZC Andrassy Gyula Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Miskolc	Molnár Péter	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszaekcske	Csóke Róbert	76/542-130
BSZC Csiha Győző Szakgimnázium és Szakközépiskola	Hajdúnánás	Pappné Fülöp Ildikó	52/570-533
BSZC Eötvös József Szakgimnázium Szakközépiskola Szakiskola Központi Tanműhely	Berettyóújfalu	Berczi Lajos	54/402-092
BIS Hungary Kft Belföldi Szerelési Üzletág	Tiszaújváros	Gerőcs Péter	49/322-523
Ózdi SZC Deák Ferenc Szakképző Iskola és Művészeti Szakközépiskolája	Kazincbarcika	Hák Béla	48/512-611
MSZC Diósgyőr- Vasgyári Szakképző Iskola és Kollégium	Miskolc	Szabó Tibor	46/532-358
DUNAGÁZ Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
Kaposvári SZC Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Krénuszt Ernő	82/419-246
EU-ARK Mérnökség Kft.	Felsőzsolca	Arnóczki László	46/584-363
PSZC Faller Jenő Szakképző Iskola és Kollégium	Várpalota	Arany Gabriella	88/582-520
Szekszárdi SZC Esterházy Miklós Szakképző Iskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Anyagtechnológia Tanszék	Kecskemét	Hareancz Ferenc	76/516-376
Géza fejedelem Ipari Szakképző Iskola	Esztergom	Juhász István	33/510-006
OT-Industries – KVV Kivitelező Zrt.	Siófok	Nemecz Imre	84/310-310
OT Industries – DKG Gépgyártó Zrt.	Nagykanizsa	Farkas László	30/620-7752
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MÁV Szolgáltató Központ Zrt. Baross Gábor Oktatási Központ Istvánbeli Tanműhely	Budapest	Szalay Róbert	1/389-07-76
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
Rohr und Stahl Kft.	Dunakeszi	Mári Lajos	30/280-79-50
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	30/311-4831
Szerencsi Szakképzési Centrum Tiszaújvárosi Brassai Sámuel Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Tiszaújváros	Bukta Mária	49/542-180
BGSZC Szily Kálmán Műszaki Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma	Budapest	Bujdosó Balázs	1/280-6382
SZTÁV Felnttktkptz zRt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	20/279-0944
Türr István Képző Kutató Intézet Ózdi Igazgatóság	Ózd	Andó Pál	
Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Szakgimnáziuma és Szakiskolája	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-13-13
Szegedi SZC Móravárosi Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Szeged	Vetro István	62/551-541

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	Budapest	Klausz Gábor	1/276-8945
ORSZAK Novum Kft.	Budapest	Szűcs Pál	1/402-4098
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Hidra Felnőttképző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	20/965-5551
AGMÜSZK 2000 Kft.	Szekszárd	Bánki Ede	20/964-4860

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
DUNAGÁZ Gázipari Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
VÖRSAS Termékelőállító és Szolgáltató Kft.	Budapest	Illés Gábor Ernő	252-0232
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	0637/528-010
TIGÁZZrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingner Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559

**Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által
EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok**

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS) Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2024. január 18.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2020. június 02
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2020. június 21
Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központ	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2023. szeptember 29
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök (IWSD)	2023. szeptember.29
	EWP-RW EWS-RW	2024. május 21.
	IMW-B, IOW-B, IRW-B, IRW-C, IMORW-C	Regisztráció
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2024. 07. 23
	Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE)	2022. október 29.
MHTE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.
Dunaújvárosi Egyetem	IWE - REGISZTRÁCIÓ	

SOYER termékek MINDEN csaphegesztési feladathoz!

soyer



Csúcsgyújtásos csaphegesztés
hálózatról és akkumulátorról!
Világújdonság!



SRM technológiás csaphegesztés
hálózatról és akkumulátorról!
Világújdonság!



Ívhúzásos
csaphegesztés



Automata
csaphegesztő
munkaállomások



SOYER Magyarország Kft. - www.soyer.hu - info@soyer.hu - +36 22/504-427

Hőcserélő csövek vizsgálata DUET és
DOLPHIN G3 készülékekkel



MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.

Fázisvezérelt ultrahangos
vizsgálat- TOFD
módszer



Röntgensöves
csőbenjáró 6"-18"



Csővezetékek nagy ható-
távolságú ultrahangos
vizsgálata



Helyszíni Digitális Radiográfiai vizsgálat



Elérhetőség:

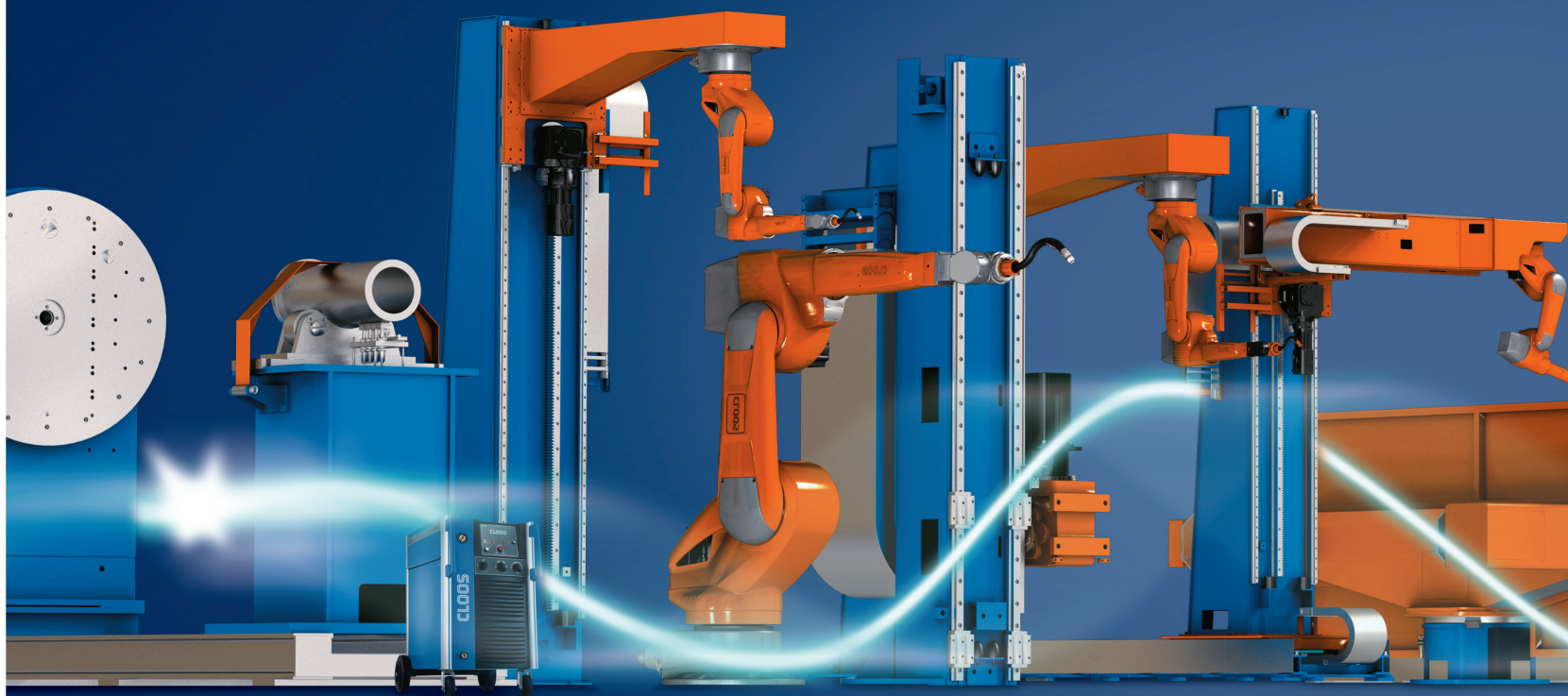
3200 Gyöngyös Jókai út 55.

info@matradiagnostika.com

Tel.: 37-313-338

Fax: 37-500-338

www.matradiagnostika.com

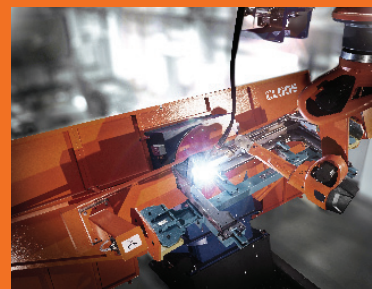


GIROX®

A KOMPLETT TERMÉKCSALÁD AUTOMATA HEGESZTÉSHEZ ÉS VÁGÁSHOZ

A tökéletes megoldás automata hegesztéshez és vágáshoz. Robottechnológia, szoftver, szenzor és manipulátor egy kézből. Maximális gazdaságosság a leghatékonyabb és testre szabott rendszernek köszönhetően.

CROWN International Kft.
www.cloos.hu



CLOOS

Weld your way.

 **CROWN**
INTERNATIONAL KFT.

Kővágó Csaba*, Májlinger Kornél**, Lehel József***

A hegesztési füst szilárd részecskéinek egészségügyi hatásai a szakirodalom és saját vizsgálat tükrében

Az ívfény az iparban számos helyen alkalmazott jelenség, legismertebb ilyen felhasználása a hegesztés, amely a világon talán legszélesebb körben alkalmazott ipari fém munkadarab-egyesítési eljárás. Számos technológia létezik vas- és nem-vas fémek összekapcsolására, melyek meglehetősen különbözhetnek egymástól. Ezek közül talán legfontosabbak a védőgázos huzalelektrodás ívhegesztés (Gas Metal Arc welding; GMA, 131; 135) az argon védőgázos volframelektrodás ívhegesztés (Tungsten Inert Gas welding; TIG, 141) és a bevont elektrodás kézi ívhegesztés (Manual Metal Arc welding; MMA, 111). Bár ezen a területen is jelentős fejlesztéseket hajtottak végre az automatizálás érdekében, mégis a hegesztés jelentős részét közvetlen emberi munkával végzik napjainkban is az egész világon. Így, sok százezer munkás érintett a teljes- vagy részmunkaidőben és ezáltal elszenvedti a hegesztés kémiai-, termikus-, sugárzó energia és egyéb emisszióinak esetleges káros hatásait. Mivel ezek az eljárások magas képzettséget igényelnek, így a hegesztők igen értékes munkaerőt képviselnek a munkáltatók számára, melyből manapság számos helyen hiány mutatkozik mind Európában, mind pedig hazánkban. Ebből a szempontból levonhatjuk azt a következtetést, hogy a hegesztés összesítve jelentős gazdasági- és egészségügyi befolyással bír. A hegesztők, akik a munka során felszabaduló füstöt és gázokat lélegeznek be, gyakran szenvednek közepes vagy súlyos légzésfunkció-csökkenéstől, tüdőfibrózistól, vas- és egyéb részecske lerakódásoktól, esetenként tüdőráktól is. Meg kell azonban említeni, hogy ezen kórformák kialakulását sok faktor befolyásolhatja, így a hegesztés mellett a dohányzás, az egyéb forrásból származó por és füstterhelés szintén szerepet játszanak a kórfejlődésben [1-3].

A füst részecskéinek tulajdonságai

A hegesztés során ívfény keletkezik. Az ívfény igen magas hőmérsékletű jelenség, 3000–5500 °C-ot ér el, ez alkalmas arra, hogy a legtöbb ismert fém nemcsak megolvassza, hanem el

is párologtassa. Az elpárolgó fémek azonban igen hamar leülnek és megszilárdulnak igen kicsi részecskék formájában. Emellett kémiai változáson is keresztül mennek, mivel a levegő oxigénjével érintkezve általában eloxidálódnak. Így a hegesztést végzők kör-

nyezetében apró, a vizsgálatok szerint 0,01–0,3 μm átlagos átmérőjű fémoxid részecskék lebegnek nagy mennyiségben. Jelen cikkben ezekre a részecskékre koncentrálunk, így a gáz- illetve sugárzási emisszió tárgyalásától eltekintünk. Fontos megemlíteni, hogy azonos hegesztési paraméter beállítások mellett a különböző hegesztési eljárások hasonló mennyiségű nanorészecske képződését indukálják. Erre vonatkozólag számos vizsgálatot végeztek el, az első ábrán Brand és munkatársai eredményeit láthatjuk [4]. A táblázatban hétféle hegesztési eljárás emissziós adatait láthatjuk, mind a részecskeszám, mind pedig az átlagos szemcseméret tekintetében.

Fontos kiemelni a TIG technológia emissziós adatait. Látható, hogy azonos körülmények között az MMA és a TIG eljárás részecske kibocsátása között nincs nagyságrendi különbség, pedig a TIG eljárás „közismerten” a legtisztább, legkevésbé füstölő hegesztés. A műszeres mérések szerint ez sajnos tévhit. A tévhit pedig abból táplálkozik, hogy az eljárás során valóban nem keletkezik nagy mennyiségben szabad szemmel látható füst, ennek magyarázata pedig szintén kiolvasható a táblázatból. A mérések szerint a TIG által keltett részecskék átlagos mérete 16 nm ($=0,016 \mu\text{m}$), míg

Table 1. Mean particle number concentration (Cmean), maximum particle number concentration (Cmax), fraction of particles smaller than 100 nm ($F < 100$), fraction of particles smaller than 50 nm ($F < 50$), and mode of the distribution for the 7 welding techniques. Shown is the average and standard deviation (Std. Dev) of the five measured emission episodes for each technique (25 spots for RSW).

	C mean average (cm^{-3})	Standard deviation (cm^{-3})	Cmax average (cm^{-3})	Standard deviation (cm^{-3})	$F < 100$ average	Standard deviation	$F < 50$ average	Standard deviation	Mode average (nm)
MMAW	2.6E + 06	4.5E + 05	6.5E + 06	1.2E + 06	0.24	0.02	0.10	0.02	143
MAG	2.1E + 06	1.1E + 06	4.7E + 06	2.5E + 06	0.54	0.02	0.16	0.02	108
MIG alu	5.0E + 06	1.6E + 06	1.2E + 07	4.7E + 06	0.35	0.03	0.13	0.06	124
MIG solder	2.1E + 06	1.6E + 06	5.1E + 06	3.9E + 06	0.44	0.01	0.15	0.02	124
Laser	5.0E + 07	3.8E + 06	1.2E + 08	8.6E + 06	0.42	0.02	0.12	0.01	114
TIG	2.4E + 06	4.5E + 05	3.3E + 06	4.9E + 05	0.99	0.01	0.90	0.05	16
RSW	2.0E + 06	9.3E + 05	4.7E + 06	2.2E + 06	1.00	0.00	0.98	0.01	11

1. ábra: A különböző hegesztési eljárások által kibocsátott szilárd szemcsék mennyiségi és méret adatai Brand és mts munkájából.

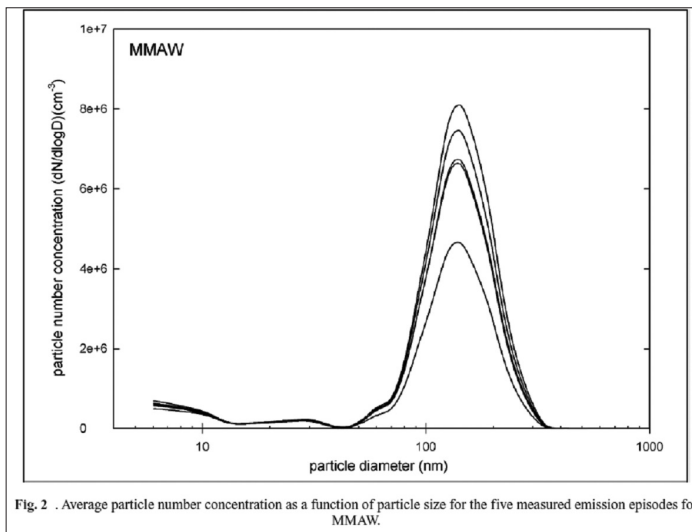


Fig. 2. Average particle number concentration as a function of particle size for the five measured emission episodes for MMAW.

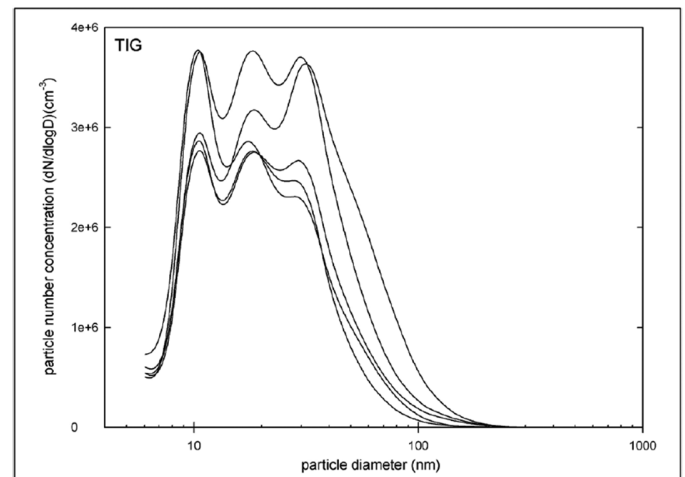


Fig. 7. Average particle number concentration as a function of particle size for the 5 measured emission episodes for TIG

2. ábra: Az MMA és a TIG hegesztési technológia által kibocsátott részecskék méreteloszlás-összehasonlítása Brand és mts. nyomán

az MMA illetve a MIG/MAG eljárások esetén ez a méret a ~ 100 nm nagyságrendbe esik. Még érdekesebb összehasonlítani az MMA illetve a TIG eljárás részecske kibocsátásának méret-eloszlását, ezt láthatjuk a második ábrán, szintén Brand és munkatársai nyomán [4].

A részecskeméret tekintetében fontos tudni, hogy a belégzés szempontjából a különböző méretű részecskék máshogy viselkednek. A PM 10 (maximum $10 \mu\text{m}$ átmérő) részecskeosztályba sorolt partikulák a felső légutakon keresztül eljuthatnak egészen a tüdőig, de tovább általában nem, mivel a légutak védekező rendszere befogja és eltávolítja ezeket. A PM 2,5 részecskeosztályba tartozó részecskék (maximum $2,5 \mu\text{m}$ átmérő), melyeket alveoláris pornak is szoktak nevezni, eljutnak a tüdő légzőfelületét képező légthlyagocskába (vagy alveolusokba), és ott lerakódik. Itt tartósan megmaradhatnak, és csak az immunsejtek segítségével távolíthatóak el. Nagy mennyiségben ezek a partikulák okozhatják a légzőfelület jelentős csökkenését, a szilikózist. A mérettartomány alján található nanorészecskék (átmérő: $0,1\text{--}0,01 \mu\text{m}$) nemcsak arra képesek, hogy a tüdőig eljussanak, hanem ott felszívódva a véráram segítségével szinte bárhova eljuthatnak a szervezetben [5].

A fémrészecskék káros hatásai

A füstben jelen lévő fémek közül számos olyan található, mely biogén, azaz szerepe van a szervezet működésében. Ezek lehetnek makro-, mezo-, illetve mikro- és nyomelemek. A makroelemek közül legnagyobb mennyiségben

acél hegesztésekor a vas szabadul fel [6]. Emellett mangán, és az ötvöztől függő egyéb fémek belégzése történhet meg. Rozsdamentes alapanyag esetén legfontosabbak a nikkel és a króm, melyek a mikro- és nyomelemek közé sorolhatók [7, 8]. Természetesen olyan fémek is párolognak, melyeknek jelenlegi ismereteink alapján nincsen biológiai funkciója, ilyen lehet például a titán (TiO_2 , rutil formájában), a volfrám vagy a tórium. Röviden, felsorolásszerűen a következő káros hatásai lehetnek a fontosabb fémeknek:

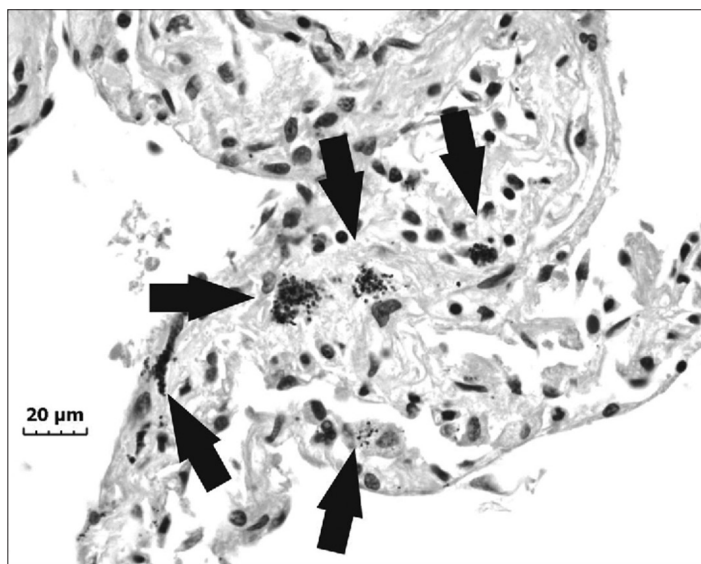
- Fe: pneumoconiosis (a szilikózisnak megfelelő betegség, de itt a vas halmozódik fel a tüdőben), máj-, hasnyálmirigy-, szívizom elváltozások
- Mn: mangánizmus (a központi idegrendszer megbetegedése mely mozgászavarokkal jár, a mangán képes közvetlenül bejutni az agyba a szaglóhagymán keresztül), Parkinson-kórra hajlamosíthat
- Mo: vese-, máj-, lép károsító, növekedésgátló, magas Mo de alacsony Zn bevitel esetén csökken a tesztoszteron szint, izületi fájdalmat okoz
- Cr: allergiás dermatitis, fekélyképződés, tubuláris nekrosis vesében, asztma, májkárosodás, legveszélyesebb a hexavalens króm változat
- Ni: rákkeltő és teratogén hatású, a tüdőben közvetlenül mérgező lehet, krónikus hatás a tüdőben, májban és a központi idegrendszerben
- Ti: nagymértékben inert, nanorészecskék károsabbak, tüdőfibrózist (a tüdő légzőfelületének kóros, kötőszövetes átépülése) okozhat

W: gyenge toxicitás, NaWO_4 kiszorítja a Mo-t az enzimekben, így ezek az enzimek működésképtelenné válnak

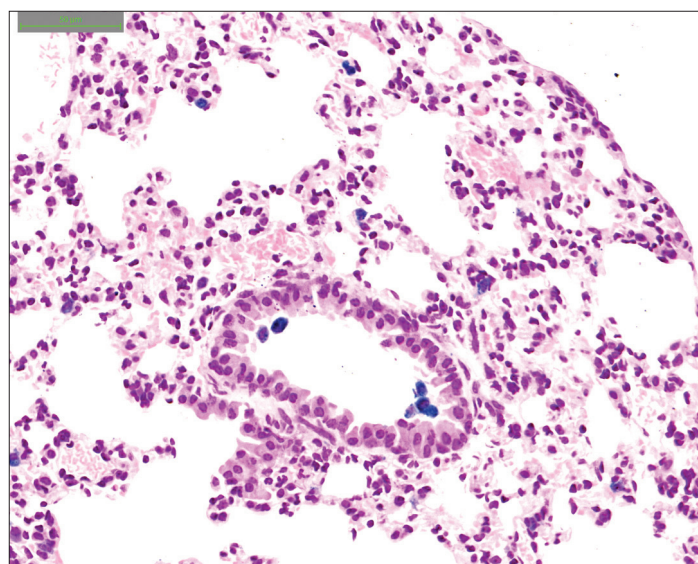
A belélegzett részecskék egy jelentős része megakad a tüdőben, és tartósan ott marad, vagy a tüdő immunsejtjei összegyűjtik és elszállítják onnan. Erre utaló bizonyítékokat több korábban elvégzett kutatásban sikerült szerezni (3. ábra) [5], és a saját vizsgálatainkban is sikerült kimutatni a vastartalmú anyaggal teli immunsejteket a tüdő szövetében (4. ábra).

Ismét szeretnénk kihangsúlyozni, hogy a hegesztési füstben megjelölő részecskék nagy részecske nanorészecske. Ez azért fontos, mivel az eddigi vizsgálatok szerint az igen apró részecskék más módon viselkednek a szervezetben, mint a kémiailag azonos, de nagyobb méretű részecskék [9, 10].

Saját vizsgálatunkban kísérleti egereket kezeltünk frissen előállított hegesztési füsttel. Két alapvető hegesztési eljárást, az MMA-t és a TIG technológiát alkalmaztuk acél alapanyagok hegesztésére. Mindkét technológia esetében S235 minőségű szerkezeti acél volt az egyik alapanyag, a másik az MMA esetében MoMn ötvöztetésű nagyszilárdságú acél, míg a TIG esetében a KO33 minőségű rozsdamentes acél. A kezelési idő 4 óra hosszát tartott, a kezelés után több időpontban vettünk mintát az állatok szerveiből, ezek a szervek a következők voltak: tüdő, lép, máj, vese. Az általunk végzett előzetes vizsgálatok azt mutatták, hogy a mangán esetében eltérő a szövetekből kimutatható fémkoncentráció az MMA füsttel és a TIG füsttel kezelt állatok esetén (függetlenül az alapanyagtól). Az utóbbi eset-



3. ábra: Elektronmikroszkópos felvétel Antonini és mts munkájából. A nyilakkal jelzett apró szemcsék a tüdőbe bejutott fémtartalmú részecskék a tüdő szövetében.



4. ábra: MMA füsttel kezelt egér tüdejének metszete a szerzők kutatásából. A nyíllal jelölt területeken a kék elszíneződést az immunsejtekben felhalmozódott vastartalmú szemcsék okozzák

ben a fém olyan szervekből is kimutatható volt, ahova az MMA kezelés esetében nem jutott el. Mivel egyéb okot nem tudtunk feltárni, jelenlegi feltételezésünk szerint ezt a különbséget az MMA- és a TIG füst eltérő részecskemérete ($0,1\text{--}0,2\text{ }\mu\text{m}$ illetve $0,01\text{--}0,05\text{ }\mu\text{m}$) okozza. Annak érdekében, hogy további adatokat szerezzünk erről a jelenségről a kísérlet ismételése és ki-terjesztése jelenleg folyamatban van.

A hegesztéssel összefüggő betegségek

A szakirodalom alapján a hegesztők körében számos jellemző betegség fordul elő. Ezek jelentős része a tüdőhöz vagy a légzőrendszer egyéb részeihez kapcsolódnak, de olyan is van, amely egyéb területeken okoz károsodást. Sajnos nehéz vizsgálni a betegségek kialakulásának és a munka során elszenvedett emisszió káros hatásainak ok-okozati összefüggéseit, mivel ebbe a folyamatba számos életmódbeli körülmény (dohányzás, mozgásszegény életmód, stb.) is belejátszik. Ezért is fontos hangsúlyozni a hegesztők éves kötelező foglalkozási-alkalmassági orvosi vizsgálatának jelentőségét, amely a speciális ötvözetekkel dolgozó hegesztők esetében vizeletvizsgálattal is kiegészül. Ennek keretében vizsgálható az egészségügyileg fontos és veszélyes fémek (pl. króm és nikkel) mennyisége a dolgozó szervezetében, és szükség esetén elrendelhető, hogy bizonyos ideig a hegesztő ne olyan ötvözetekkel dolgozzon, melyekből ezek a fémek felszabadulhatnak.

Felsorolásszerűen megemlítünk néhány tipikus betegséget, melyek a hegesztők körében gyakoribbak [1, 2, 11-14]:

- Vitálkapacitás csökkenése
- COPD (krónikus obstruktív légzőszervi elváltozás)
- Nehézlégzés, asztma
- Tüdőtágulat
- Particle overload/Szilikózis
- Tüdődaganat
- Egyéb daganatok
- Öntőláz / Metal fume fever (jelen ismereteink alapján a ZnO belégzés a fő kiváltó oka)

Védekezési lehetőségek

A füst hatásaival szembeni védekezésnek számos eszközét fejlesztették ki az idők során a hegesztők részére. Ezek alapvetően két csoportra oszthatók:

- Egyéni légzésvédelmi eszközök, szűrőálarcok
- Elszívó berendezések

Ezek alkalmazása bizonyos esetekben kötelező (ilyen például a szűk, zárt térben történő hegesztés végzése), más esetekben leginkább ajánlott. A szűrő típusú egyéni légzésvédelmi eszközök általában viszonylag kis költségigényű védőeszközök, egyszerűen használhatóak, de hosszabb távon kényelmetlenek lehetnek. Bár számos gyártó ígéri, hogy a terméke akár a nanorészecskék kiszűrésére is alkalmas, ezeket az ígéretek leginkább a marketingszakemberek barokkos túlzásainak tekinthetjük. Az általánosan alkalmazott részecskeszűrésre is minősített szűrőbetétek $0,3\text{ }\mu\text{m}$ -es átlá-

gos részecskeméretig szűrnek hatékonyan, ez alatti tartományban változó, de leginkább nagyon kis mértékben képesek a részecskéket visszatartani. Ezt az is igazolja, hogy a részecskeszűrők besorolását és vizsgálatát előíró szabványok mind a $0,3\text{ }\mu\text{m}$ -es szemcseméretet tekintik a szűrés alsó határának. Ez a szűrés képesség a fent leírtak alapján az MMA és a MIG/MAG technológia esetén felszabaduló füst részecskéi ellen akár még hatékonyak is lehetnek de, mint láthattuk, a TIG technológia emissziójában fellelhető részecskék egy nagyságrenddel kisebbek, így ezek ellen a szűrők nem- vagy csak mérsékelten hatékonyak.

Az elszívó berendezések feladata pontosan az, hogy a szennyezés keletkezéséhez minél közelebbi helyről távolítsa el a szennyezett levegőt, megakadályozva azt, hogy a szennyezés elérje a dolgozót és azt, hogy szétterüljön a munkavégzés helye körül. Számos technikai megoldása lehetséges, helyi és központi elszívóval megoldott rendszereket számos cég kínál. Az elmondottak alapján minden hegesztési technológia esetén jó hatékonysággal alkalmazhatóak, de ki kell emelni a TIG technológiát, mely esetében a szűrők hiányosságai miatt az elszívás lehet a megfelelő megoldás a dolgozók részecsketerhelésének csökkentésére. Hasonlóan jó védőképességű lehet a TIG hegesztésnél a friss levegős szellőztetett hegesztőpajzs alkalmazása, amelyben a befújt levegő mintegy elhatároló közegként akadályozza a káros részecskék bejutását a hegesztés helyéről a hegesztő légzési

zónájába. Aláhúzzuk a „friss levegős” jellegét, mivel abban az esetben, ha a befűjt levegőt szűrés után (különösen úgy, hogy a szűrőberendezés a hegesztő derekán foglal helyet) juttatják be a hegesztőpajzsba, úgy már a szűrőbetéteknél leírtak válnak érvényessé, és nem lesz megfelelő a nanorészecskék leválasztása.

Összefoglalás

Jelen cikkünkben igyekeztünk bemutatni a hegesztési füst szilárd részecske frakciójának fontosabb jellemzőit és azok hatását az élő szervezetre. Szeretnénk kihangsúlyozni azt, hogy a hegesztés közben felszabaduló gáz- és részecske emisszió komoly egészségügyi kockázatot jelent, különösen akkor, ha ez a kitettség hosszú távon jelentkezik. Éppen emiatt emeljük ki az emisszió elleni védekezés fontosságát, akár szűréssel, akár elszívással valószínűsíthető, hogy figyelembe véve természetesen ezeknek a megoldásoknak az esetleges hiányosságait is. Ezek segítségével teljesíthetőek a jelenleg érvényben lévő munkavédelmi előírások, és, ami sokkal fontosabb, hosszútávon megőrizhető a hegesztők egészsége, mely minden szempontból érdeke mind a dolgozóknak, mind pedig a munkaadóknak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztérium 12190/2017/FEKUTSTRAT azonosítószámú támogatási szerződésének keretében valósult meg.

Irodalomjegyzék

[1] Mur, J.M., Q.T. Pham, D. Teculescu, N. Massin, C. Meyer-Bisch, J.J. Mou-

lin, P. Wild, M. Leonard, J.C. Henquel, and V. Baudin, Arc welders' respiratory health evolution over five years. *International archives of occupational and environmental health*, 1989. 61(5): p. 321-7.

- [2] Sferlazza, S.J. and W.S. Beckett, The Respiratory Health of Welders. *American Review of Respiratory Disease*, 1991. 143(5): p. 1134-1148.
- [3] Al-Otaibi, S.T., Respiratory health of a population of welders. *J Family Community Med*, 2014. 21(3): p. 162-5.
- [4] Brand, P., K. Lenz, U. Reisgen, and T. Kraus, Number Size Distribution of Fine and Ultrafine Fume Particles From Various Welding Processes. *Annals of Occupational Hygiene*, 2013. 57(3): p. 305-313.
- [5] Antonini, J.M., A.B. Lewis, J.R. Roberts, and D.A. Whaley, Pulmonary effects of welding fumes: Review of worker and experimental animal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 2003. 43(4): p. 350-360.
- [6] Anger, G., U. Schmidt, L. Senf, and U. Oltmanns, Erythrocyte Ferritin in Patients with Normal and Abnormal Iron-Metabolism. *Blut*, 1987. 55(4): p. 409-409.
- [7] Ducros, V., Chromium Metabolism - a Literature-Review. *Biological Trace Element Research*, 1992. 32: p. 65-77.
- [8] Levina, A., R. Codd, C.T. Dillon, and P.A. Lay, Chromium in biology: Toxicology and nutritional aspects. *Progress in Inorganic Chemistry*, Vol 51, 2003. 51: p. 145-250.
- [9] Nabeshi, H., T. Yoshikawa, K. Matsuyama, Y. Nakazato, T. Imazawa, Y. Yoshioka, Y. Abe, Y. Kawai, T. Mayumi, N. Ito, S.I. Tsunoda, and Y. Tsutsumi, Evaluation of size-dependent acute toxicity and toxicokinetics of amorphous nanosilicas. *Toxicology Letters*, 2009. 189: p. S181-S182.

[10] Osborne, O.J., S.J. Lin, C.H. Chang, Z.X. Ji, X.C. Yu, X. Wang, S. Lin, T. Xia, and A.E. Nel, Organ-Specific and Size-Dependent Ag Nanoparticle Toxicity in Gills and Intestines of Adult Zebrafish. *Acs Nano*, 2015. 9(10): p. 9573-9584.

- [11] Challen, P.J., D.E. Hickish, and J. Bedford, An investigation of some health hazards in an inert-gas tungsten-arc welding shop. *British journal of industrial medicine*, 1958. 15(4): p. 276-82.
- [12] Hartmann, L., M. Bauer, J. Bertram, M. Gube, K. Lenz, U. Reisgen, T. Schettgen, T. Kraus, and P. Brand, Assessment of the biological effects of welding fumes emitted from metal inert gas welding processes of aluminium and zinc-plated materials in humans. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2014. 217(2-3): p. 160-168.
- [13] Rossignol, M., P. Seguin, and L. Deguire, Age Modification of a Healthy Worker Effect on Pulmonary Functions from Exposure to Welding Fumes. *Am J Epidemiol*, 1990. 132(4): p. 761-761.
- [14] Sjogren, B. and U. Ulfvarson, Respiratory Symptoms and Pulmonary-Function among Welders Working with Aluminum, Stainless-Steel and Railroad Tracks. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 1985. 11(1): p. 27-32.

**Kóvágó Csaba tudományos munkatárs,
Állatorvostudományi Egyetem,
Gyógyszertani és Méregtani Tanszék
**Májlínger Kornél egyetemi docens,
Budapesti Műszaki
és Gazdaságtudományi Egyetem,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék
***Lehel József egyetemi docens,
Állatorvostudományi Egyetem,
Élelmiszerhigiéniai Tanszék*

How does IIW/EWF educations match with (EN) ISO 14731:2019

Best Practice to the use of (EN) ISO 14731:2019

1. Scope

ISO 14731 is the basis for the description and evaluation of tasks and responsibilities for welding coordination personnel.

In the new edition of this standard (ISO 14731:2019), the old Annex A (although it was "informative") has been deleted. The reason was that references to training schemes created by other associations (such as IIW) are not in-line with CEN-CENELEC-Guide 31 (Competition law for participants in CEN/CENELEC Activities; Edition 1, 2015-12, available on the internet).

The ISO 14731 is referenced in subsequent/supporting standards of e.g. Regulation No. 305/2011

(Construction Products Regulation, or CPR) and the Pressure Equipment Directive (PED) (2014/68/EU), and in the EN 15085-series for rail applications. Therefore ISO 14731 is an important standard for maintaining weld quality in production.

The purpose of this document is to present guidance to the use ISO 14731:2019 the most effective way, ensuring the required level of qualification and experience of welding coordinators and the correct references to the existing educational structure of EWF/IIW.

2 References

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of them constitute requirements of this document. For dated references, only the output referred to applies. For undated references, the last edition of the referenced document (including any changes) applies.

EA-6/02 EA Guidelines on the Use of EN 45 011 and ISO/IEC 17021 for Certification to EN ISO 3834.

EN 1090-series, Execution of steel structures and aluminium structures.

EN 12732 – Gas Supply Systems – Welding steel pipework – Functional Requirements.

EN 12953-4 – Shell Boilers – Part 4 – Workmanship and construction of pressure parts of the boiler. EN 13445-series, Unfired pressure vessels.

EN 13480-4 – Metallic industrial piping – Part 4 – Fabrication and in-

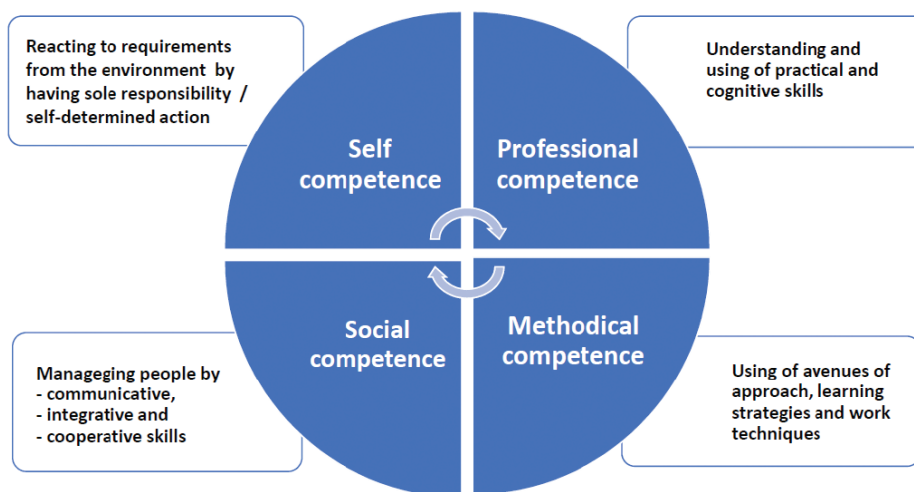


Figure 1 The different parts of competence.

stallation. EN 15085-series, Railway applications.

EWf-637 Guidance for the Implementation of EN ISO 3834 oriented to welded product standards. EWf-652 Dedicated knowledge for personnel with the responsibility for welding coordination to comply with EN 1090-2.

IAB-001/EWF-416 Rules for the implementation of IIW/EWF guidelines for the education, examination, qualification, and certification of welding personnel.

IAB-252 Personnel with qualification for welding coordination.

IAB-338 Guidance for the Implementation of ISO 3834 Oriented to Welded Product Standards. ISO 3834-series, Quality requirements for fusion welding of metallic materials.

ISO 12847 – Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems – Welding of pipelines.

ISO 14731:2019, Welding coordination – Tasks and responsibilities.

In this document, standards are referred to as "ISO", but the European version "EN ISO" is considered to be identical.

3 ISO 3834 series

To have a harmonized system for controlling weld quality all over the world, EWF and IIW developed a manufacturer certification system (MCS) that complies with the requirements of ISO 3834 series and with the requirements

of the European co-operation for Accreditation as given in EA-6/02. This system, as described in EWF-637 and IAB-338, contains requirements for MCS certification to ensure that manufacturers are competent and exercise adequate control of the special process of welding, so that customers and others can have confidence that the welded products they produce will comply with the regulatory and/or contractual requirements as related to Quality, Environment, Health and safety. In this process, the proper application of ISO 14731 plays a crucial role for maintenance of the quality.

4 Competence

Instead of the previous editions, the new ISO 14731 now refers to three "levels of competence" (previously called "knowledge levels") as there are:

- comprehensive level;
- specific level;
- basic level.

The meaning of the levels is however better defined as "competence" in this new issue of the standard.

An organization shall be aware that competence will include much more than only the knowledge of welding or professional competence.

According to the definition of the new ISO 14731 competence is "the

Designated level of specialized technical knowledge in welding processes	Recommended general education according to ISCED level ¹⁾ (minimum)	Examples of qualification
Basic	4 ²⁾	European/International Welding Practitioner (Professional worker)
	5 ²⁾	European/International Welding Specialist (Foreman)
Specific	6 ³⁾	European/International Welding Technologist (Technician)
	7 ³⁾	European/International Welding Engineer (Engineer)
Comprehensive		

1) ISCED1 level or its equivalent recognized by the national government.
2) A qualification in the field of the metal-working industry or handcraft and a minimum of 3 years of experience is additionally required.
3) A qualification in the field of engineering, manufacturing or construction is required.

Table 1 Recommended general education for welding coordination personnel.

¹ISCED = International Standard Classification of Education.

proven ability to use knowledge, skills and personal, social and/ or methodological abilities, in work situations in terms of responsibility and autonomy" (See Figure 1).

5 Qualification

The informative Annex A in ISO 14731 Edition 2006 doesn't exist anymore in the new edition of ISO

14731:2019. In the 2006 edition as well as in the European predecessor the European standard

EN 719, this Annex A provided recommendations for technical knowledge in welding as specified in several IIW (and EWF) documents.

The standard is in principle applicable to all people, even those who don't fulfil the requirements as specified below, but who are thoroughly experienced in manufacturing "their" product! The European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) and the International Institute for Welding (IIW) however have developed a structure of welding education programs to provide a solid base for carrying out the required tasks of welding coordination.

As shown in Figure 2, a comprehensive qualification will create the base for carrying out the required tasks of welding coordination.

These educations assure in addition to the experience, a wide basis of welding knowledge, covering more product groups, materials and welding processes.

6 The requirements of ISO 14731:2019 – the position of EWF/IIW

6.1 General

In this new edition the factor "general technical requirement" was deleted. Without the former informative Annex A there is no information given to a manufacturer, which are the minimum requirements. Table 1 gives an overview of the recommended general educations.

6.2 The comprehensive level

In item 6.2.2 of the standard: "Comprehensive level", the requirements for "highly specialized problem-solving skills" are described.

The answer from the EWF/IIW scheme (described in IAB-252) is as follows:

A candidate completing the European/International Welding Engineer (E/IWE) training under the EWF/IIW program is expected to acquire advanced knowledge and critical understanding of welding technology application.

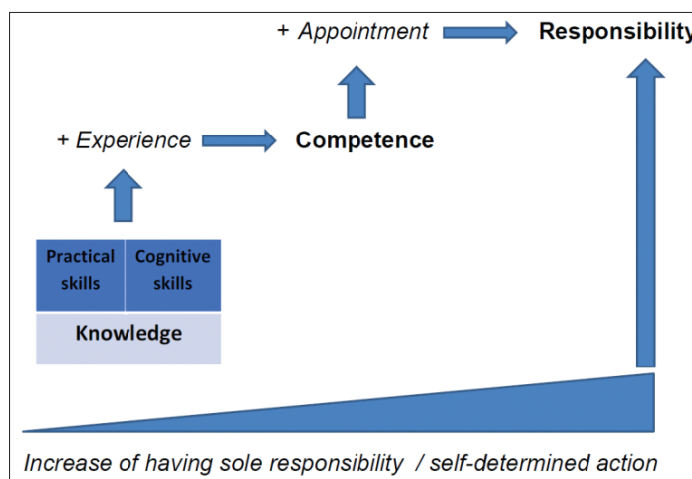


Figure 2 How responsibility is developing.

He / she shall have advanced competence and skills at a level that is required in the field of welding technology which demonstrate:

- technology mastery and required innovation;
- the ability to solve high-level complex and unpredictable problems;
- the ability to manage high complex technical and professional activities or projects related to welding applications;
- the ability to transfer information from drawings to the component;
- the ability to give understandable instructions;
- taking responsibility for decision making in unpredictable work or study context;
- taking responsibility for managing professional development of individuals and groups.

6.3 The specific level

In item 6.2.3 of the standard: "Specific level", the requirements for "advanced problem-solving skills" are described.

The answer from the EWF/IIW scheme (described in IAB-252) is as follows:

A candidate completing the European/International Welding Technologist (E/IWT) training under the IIW program is expected to acquire an overall knowledge and understanding of welding technology application.

He / she shall have competence and skills at a level that is required in the field of welding technology which demonstrate:

- the ability to solve low-level complex problems;
- the ability to manage in detail the welding applications and related professional activities or projects;
- the ability to transfer information from drawings to the component;

QUALIFICATION	KNOWLEDGE APPLICATION	SKILLS APPLICATION	COMPETENCES
INTERNATIONAL WELDING ENGINEER	Highly specialised and forefront knowledge including original thinking, research and critical assessment of theory, principles and applicability of welding related technologies.	Highly specialised problem-solving skills including critical and original evaluation, allowing to define or develop the best technical and economical solutions, when applying welding processes and related technologies, in complex and unpredictable conditions.	Manage and transform the welding processes and related technologies in a highly complex context. Act as the full responsible person for the definition and revision of the welding and related personnel's tasks.
INTERNATIONAL WELDING TECHNOLOGIST	Advanced knowledge and critical understanding of the theory, principles and applicability of welding and related technologies.	Advanced problem-solving skills including critical evaluation, allowing to choose the proper technical and economical solutions, when applying welding and related technologies, in complex and unpredictable conditions.	Manage the applications of welding and related technologies in a highly complex context. Act autonomously as the responsible person for the decision making and the definition of the welding and related personnel's tasks.
INTERNATIONAL WELDING SPECIALIST	Specialised, factual and theoretical knowledge of the theory, principles and applicability of the welding and related technologies.	Specialised range of cognitive and practical skills, allowing to develop solutions or choose the appropriate methods, when applying welding and related technologies, in common/regular problems.	Manage and supervise common or standard welding applications and related technologies, in an unpredictable context. Take responsibility with limited autonomy for decision making in common or standard work and supervise the welding and related personnel's tasks.
INTERNATIONAL WELDING PRACTITIONER	Factual and theoretical knowledge (basic understanding) of the theory, principles and applicability of the welding and related technologies.	Fundamental range of cognitive and practical skills required to identify proper solutions, when applying welding and related technologies, in basic and specific problems.	Self-manage within the guidelines of work, the applications of welding and related technologies, in a predictable context, but subject to change. Take responsibility without autonomy for decision making in basic work and supervise basic tasks of welding and related personnel.

Table 2 Knowledge, skills and competences of the IIW educations (taken from IAB-252).

- the ability to give understandable instructions;
- taking responsibility for decision making in low-level complex work or study context;
- taking responsibility to define the tasks of welding or related personnel;
- the ability to manage professional development of individuals and groups.

6.4 The basic level

In item 6.2.4 of the standard: “Basic level”, the requirements for fundamental problem-solving skills are described.

The answer from the EWF/IIW scheme (described in IAB-252) is as follows:

A candidate completing the European/International Welding Specialist (E/IWS) training under the IIW

program is expected to acquire a specialized and factual knowledge in the field of welding technology.

He / she shall have competence and skills at a level that is required in the field of welding technology which demonstrate:

- the ability to develop solutions on common/regular problems;
- the ability to manage and supervise common or standard welding applications and related professional activities;
- the ability to transfer information from drawings to the component;
- the ability to give understandable instructions;
- taking responsibility for decision making in common or standard work;
- taking responsibility to supervise the tasks of welding and related personnel.

Additionally, to the “basic level”, candidates that completed the European/International Welding Practitioner (E/IWP) training under the EWF/IIW

program are expected to acquire also basic knowledge in the field of welding technology but on a limited scale.

He / she shall have competence and skills at a level that is required in the field of welding technology which demonstrate:

- the ability to develop solutions on basic and specific problems;
- the ability to supervise basic welding applications and related professional activities;
- the ability to transfer information from drawings to the component;
- the ability to give understandable instructions;
- taking responsibility for decision making in basic work;
- taking responsibility to supervise the tasks of welding and related personnel.

The table below (Table 2) originating from the current issue of IAB 252, may clarify the situation even more.

6.5 Special education according to EWF-652 Guideline.

This guideline is meant to refresh and update the knowledge of personnel that have been working as welding coordination personnel in the field of metal construction as defined in the European Standard EN 1090-2 and required through the application of the European Regulation (EU)

No 305/2011 (the previous European Directives 89/106/EEC, 93/68/EEC). These are personnel that have a formal recognition of their essential know-how, best or good practice and solid knowledge to become welding coordinators with limitation on material and thickness and the level "B" or "S" as specified in the application standard EN-1090-2.

7 Welding coordination is a job function!

The term "welding coordinator" as used in the standard is a job function, that means that it is the duty of the manufacturer to establish if a certain person has the knowledge, skill and experience to fulfil the require-

ments of the job and appoint a person as such by a contract.

Just appointing someone based on his/her education is not enough; it is the suitability for the specific job in a specific company. That means the materials, construction details, welding processes, etc. as used by the company concerned are the most relevant items. Don't forget: the standard says, "welding coordination is the sole responsibility of the manufacturer!"

The tasks of welding coordination personnel shall be selected from Annex B of the standard (based on the ISO 3834-series) and/or as specified in application standards (e.g. EN 1090, EN 13445,

EN 15085, etc.), contracts or other relevant documents. This is clearly described in clauses 4.2 and

5.1 of the ISO 14731 and it is the task of the manufacturer to specify this.

8 Conclusions

There is a lot of freedom given by the ISO 14731, but the proper use of the document, will assure that welding coordination is performed in a good professional and safe way.

It is evident that all training schemes developed by EWF/IIW as referred to in this document, will cover the requirements for professional competence as specified in the ISO 14731.

It is however still essential that careful evaluation shall be done by the management of the manufacturing organisation, as given the Annex B of the ISO 14731.

To demonstrate the competence of welding coordinators to the ISO 14731, it is highly recommended that the organization shall, in combination with Annex A of ISO 14731:

- determine the necessary competence of person(s) doing work under its control that affects the performance and effectiveness of welded components;
- ensure that these persons are competent on the basis of appropriate qualification and experience;
- where applicable, take actions to acquire the necessary competence, and evaluate the effectiveness of the actions taken;
- retain appropriate documented information as evidence of competence.

BÁRMELY HEGESZTŐ KÜLSŐ KARJA LEHET

A CoWelder egy komplett, minden alkatrészt tartalmazó hegesztőrobot megoldás, amely a meglévő gyártósorba szerelhető. A munkadarabok gyártását a mennyiségtől és a gyártás gyakoriságától függetlenül hatékonyabbá teszi.

A rugalmas és könnyen programozható cobottal megnövelheti a munka hatékonyságát a szakképzett hegesztők felszabadításával, akik eközben más feladatokat végezhetnek, ami idő- és költségmegtakarítással jár.



MIGATRONIC
WELDING VALUE

Új termék!

SIGMA SELECT - HOGY MEGFELELJEN A JÖVŐNEK

A moduláris felépítésű hegesztőgép képes átalakulni, hogy a különféle gyártási igényeknek megfeleljen. Csak új programokat és hegesztési funkciókat kell hozzáadnunk.

A Sigma Select a jövő megoldása, a módosítható beállításoknak köszönhetően éveken át képes lesz megfelelni az Ön üzemében előforduló hegesztési kihívásoknak.



Migatronik Kft.
6000 Kecskemét, Szent Miklós u. 17/A
Tel.: 06-76-505-969
Mobil: 06-30-9559-012
Mobil: 06-30-3535-403
info@migatronik.hu
migatronik.hu

Stefanie Nüchtern-Baumhoff

SIKERSZTORI

Áramforrások és robotok egy kézről

Linde Material Handling CLOOS QineoNexT áramforrással hegeszt

ASCHAFFENBURG/HAIGER – A Linde Material Handling GmbH a világ egyik legnagyobb targonca- és raktárberendezés gyártója több mint 50 éve meghatározó szerepet tölt be az ipari targonca-, a flottamenedzsment- és vezetéstámogató rendszerek megoldásaival. Az aschaffenburgi gyártó-telephelyen a vállalat a CLOOS technológiáira támaszkodik mind a kézi, mind az automatizált hegesztés területén. A Linde Material Handling nemcsak robotrendszereket alkalmaz, hanem számos CLOOS kézi hegesztőgépet is, például az új QINEO NexT-hightech hegesztő-áramforrást.

Globális cég lévén több, mint 100 országban mintegy 13 000 ember dolgozik a Linde Material Handling vállalatnál. Aschaffenburgban mintegy 2500 alkalmazottat foglalkoztatnak, és évente több mint 40 000 villástargoncát gyártanak. A Linde egyedülálló járműkínálata 77 modelltől áll, me-

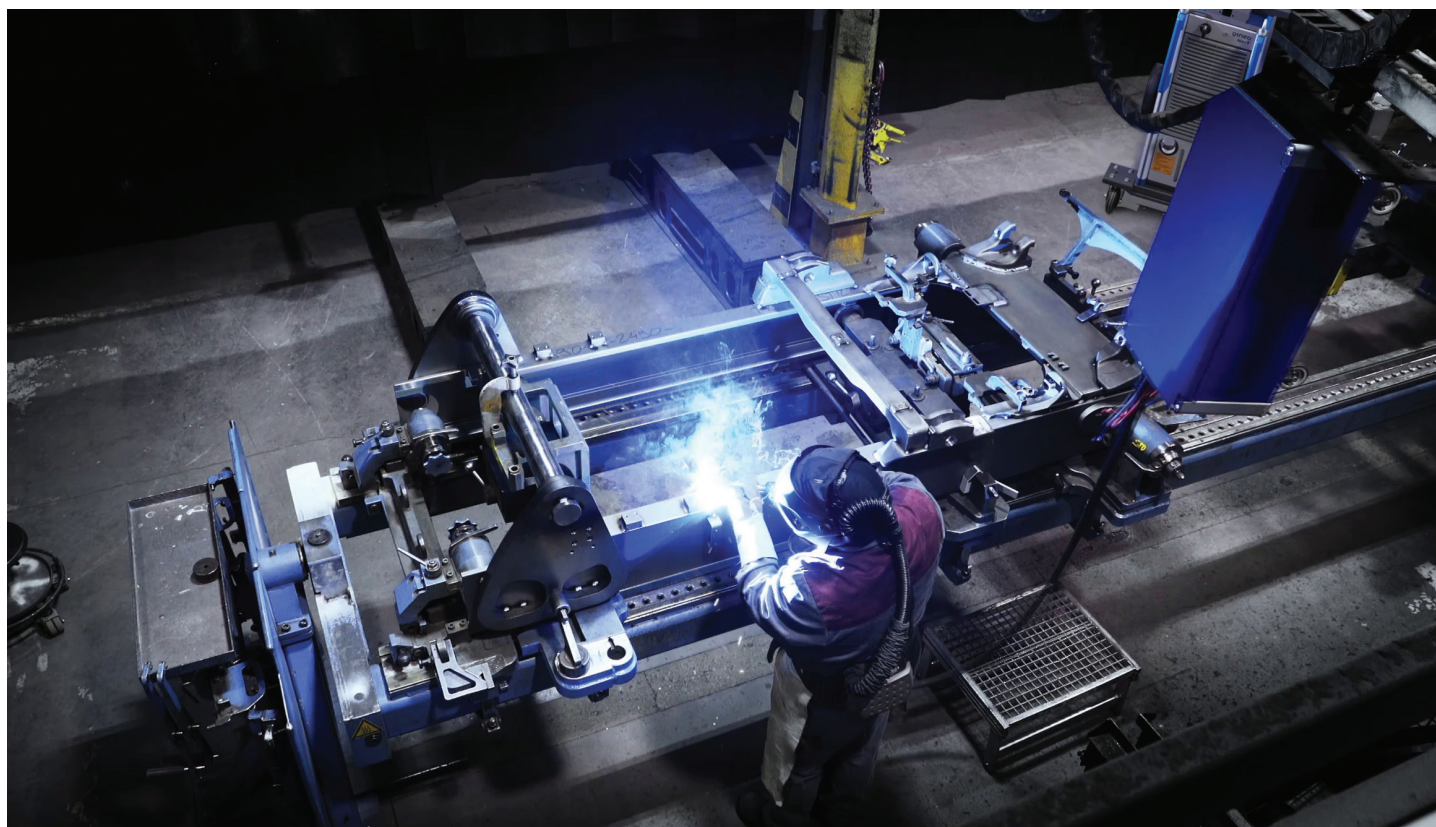
lyek mintegy 382 modellváltozattal és 10000 különböző felszereltségi lehetőséggel rendelhetőek. Ezen moduláris rendszer alapján a Linde a felhasználói egyedi igényeihez igazított járműveket és flottákat gyárt. A termelékenység, a biztonság és az ergonómia a termékfejlesztés során és a termelésben kulcsfontosságú alapelvek.

Kiváló hegesztési eredmények a QINEO NexT áramforrással

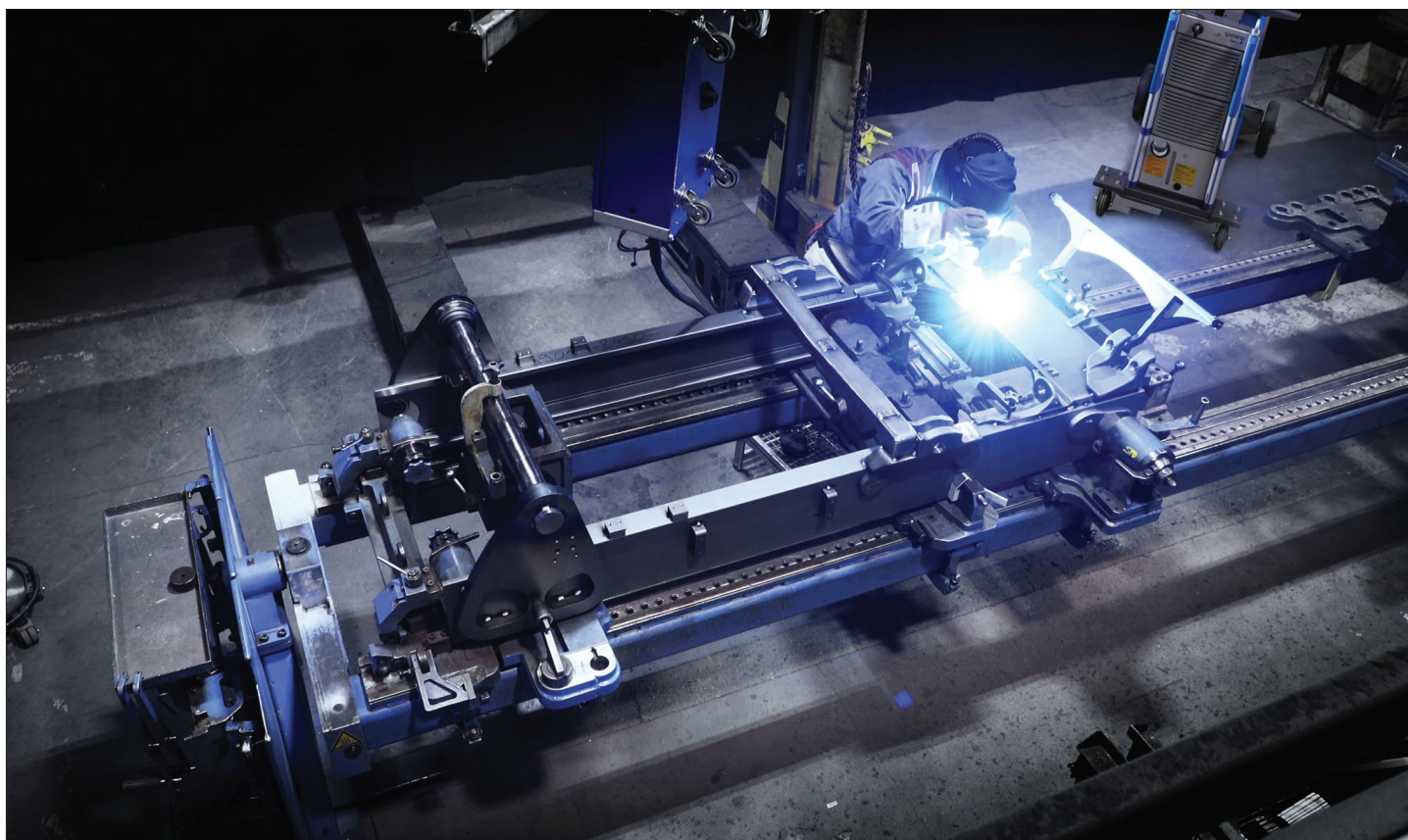
Bár a cégnek számos CLOOS robotrendszere van automatizált hegesztéshez, a Linde Material Handling az emelőtorony gyártása során gyakran előnyben részesíti a kézi hegesztést a speciális kivitelek és kapacitáshiány esetén. Ezen a termelési területen 17 kézi hegesztőállomás üzemel, ahol a hegesztés kizárólag CLOOS áramforrásokkal történik. 2018 októbere óta a Linde Material Handling az új CLOOS

QINEO NexT hegesztőgépeket használja. A fokozatmentesen szabályozható, külső huzalelőtölés MIG-MAG hegesztő-áramforrás lelke a CLOOS által fejlesztett inverteres tápegység, amely akár 200 kHz-es frekvenciát is elő tud állítani. Így az optimális ívtulajdonságoknak köszönhetően összetettebb hegesztési feladatok esetén is maximális varratminőség érhető el. Továbbá a digitális vezérlés lehetővé teszi a hegesztési jellemzők egyedi programozását. Az áramforrás magas hatásfoka és átfogó energiakezelési rendszere, a ventilátor és az inverter Standby funkciójával kielégíti a legmagasabb energiahatékonysági követelményeket.

A moduláris felépítés számos opcionális funkcióval teszi lehetővé a sokoldalú alkalmazást a kézi hegesztéshez használt egyszerű hegesztőgéptől az automatizált robotos hegesztéshez alkalmazott többfunkciós hegesztőberendezésekig. Függetlenül attól,



1.kép: A Linde Material Handling nemrégiben kezdte el használni az új CLOOS QINEO NexT hegesztő-áramforrásokat az emelőtorony gyártása során



2. kép: A high-tech hegesztő-áramforrásokat főleg egyedi kialakítások hegesztéséhez alkalmazzák

hogy kézi vagy automatizált hegesztésről van szó, hogy vékony vagy vastag anyagokkal, vagy akár kifejezetten váltóárammal hegeszthető anyagokkal dolgozunk, a QINEO Next minden hegesztési feladathoz tökéletes megoldást kínál. Ezenkívül a QINEO Next minden szabványos ipari interfésszel felszerelhető, amely hatékonyan elősegíti a digitalizálás és a hálózatra kapcsolás lehetőségét.

Fókuszban a felhasználóbarát kialakítás és a folyamatbiztonság

„Az új áramforrások műszakilag kiválóak.” – mondja Stefan Müller hegesztőmester. Mivel a hegesztés során alig van fröcskölés, az utómunkák mennyisége a későbbi gyártási folyamatok során jelentős mértékben csökken, így hatékonyabbá tehetjük hegesztési folyamatainkat.”

Az alkalmazottak számára is sok előnnyel jár az új hegesztő-áramforrások használata: a QINEO Next MasterPlus kezelőfelülete rendkívül egyszerű, gyors és intuitív vezérlést biztosít a QINEO áramforrásokhoz, mivel a munkamenetek eltárolhatóak és a gyakran használt beállítások menthetőek. A hegesztőgépek felhasználói fe-

lülete nagyon egyszerű és letisztult.” – magyarázza Christian Salg, a Linde Material Handling tapasztalt hegesztője. „A könnyű használhatóság miatt a kezdők is ügyesen hegesztenek az új áramforrással.” Ez utóbbi pedig kiemelkedően fontos szempont, mivel a Linde Material Handling is küzd a munkaerőhiánnyal, hiszen egyre nehezebb megtalálni a jól képzett és tapasztalt hegesztőket a piacon.

„Hegesztőinknek a munkadarabokkal nagy felelősség van a kezükben” – tette hozzá Niklas Titzmann termelési vezető. „A biztonság elsődleges prioritás mind a termelésben, mind a termékeink vonatkozásában.”

A folyamat megbízhatóságának érdekében a Linde Material Handling különböző felhasználói szinteket különböztet meg a QINEO Next-tel. Tehát a hegesztők nem változtathatják meg az áramforrás alapértelmezett beállításait, csak kisebb módosításokat végezhetnek rajta. Ez is hozzásegíti a céget, hogy megfeleljen a magas minőségi követelményeknek.

A vevői igények beépülnek a fejlesztésbe

Titzmann urat nagy örömmel tölti el, hogy a CLOOS figyelembe veszi ja-

vaslataikat az áramforrások fejlesztése során. Ennek eredménye, hogy most már lehetséges egy további huzaleltoló csatlakoztatása is a QINEO Next áramforráshoz, amely összetett alkatrészek gyártásánál növeli a hozzáférhetőséget. Dieter Stenger mechanikai karbantartási mérnök örömmel tapasztalta, hogy az új áramforrások nagyon könnyen karbantarthatóak: „Eddig nem volt probléma a QINEO Next-tel, a kopóalkatrészek néhány egyszerű lépéssel cserélhetőek”. Ezen túlmenően Stenger úr dicséri a nagy teljesítményű, megvilágított szintjelzővel ellátott, különálló hűtőegységet is. A kezelőpanel egyértelműen mutatja az összes lényeges adatot, így egy hiba esetén gyors önellenőrzés lehetséges.

Automatizálás a QINEO Next-tel tervezve

Az új, automatizált robotos hegesztő-rendszerek rövid időn belül a QINEO Next-tel is kiegészülnek. A Linde Material Handlingcsak az emelőtorony gyártása során hat CLOOS robotos hegesztő-rendszert használ.

Bár a QINEO Next áramforrások itt még nem kerültek beüzemelésre, a Linde Material Handling kizárólag a CLOOS-ra támaszkodik QINEO Pulse

hegesztő-áramforrásaival. Két évvel ezelőtt a Linde Material Handling telepített egy robotrendszert, amely igazodott a helyszín egyedi, sajátos körülményeihez: mivel a termelési csarnok alacsony mennyezeti magassággal rendelkezik, a rendszer viszonylag széles. A két hegesztőrobot a gyár közepén található, a manipulátorok ezek között rugalmasan, egy pályán tudnak mozogni.

A termékpalletta sokszínűsége miatt a Linde Material Handling a CLOOS-RoboPlan offline programozószoftverét használja az automatizált hegesztések előkészítéséhez. Mialatt a hegesztőrobot a gyártási folyamatban vesz részt, a RoboPlan-ban új program hozható létre. A hegesztési, keresési – és pozícionálási folyamatok, valamint az eszközök 3D-ben modellezhetőek, a hegesztési jellemzők és a program futtatásához szükséges egyéb beállítások meghatározhatóak.

Bizalomra épülő együttműködés

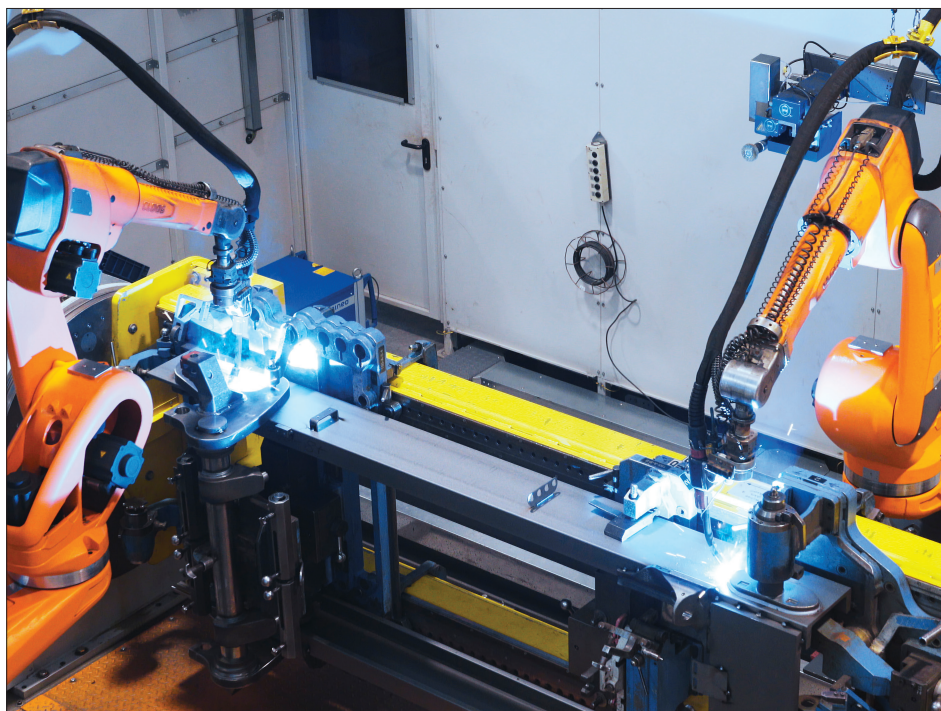
Akár kézi hegesztő, robotprogramozó, akár karbantartási mérnök – a Linde Material Handling valamennyi alkalmazottja dicséri a partnerségen alapuló együttműködést a CLOOS-szal. A legalább háromhetente megtartott konferenciahívások keretében terítékre kerül az összes résztvevő közötti tapasztalatcsere a problémák gyors megoldása érdekében. „Sok éve már csak a CLOOS által fejlesztett hegesztési technológiát alkalmazunk, hogy a folyamataink minél zökkenőmentesebbek legyenek, különösen a pótalkatrészek és a karbantartás tekintetében” – hangsúlyozza Titzmann úr.

„Emellett munkatársaink számára is könnyebbé teszi a munkát, ha egy beszállítónk van.” A munkavállalók optimális képzésének biztosítása érdekében a vállalat a CLOOS által tartott robot- és hegesztőgép témájú gyakorlati workshopokon és belső képzéseken is részt vesz.

A jövőben a Linde Material Handling egyre inkább az automatizálásra kíván összpontosítani, hogy tovább növelje a darabszámot és a gyártási folyamatokat még biztonságosabbá tegye. Az emelőtorony gyártásában egy további, három hegesztőállomásból és összesen hat robotkarból álló robotrendszer került megtervezésre, melyet még az idén üzembe helyeznek. Ezen kívül a cég számos CLOOS robotrendszert alkalmaz az állványgyártás terü-



3. kép: A QINEO Next felhasználóbarát kezeléséből a kézi hegesztők is profitálnak



4. kép: A Linde Material Handling nem csak kézi hegesztőgépeket használ, hanem számos robotos hegesztő rendszert is.

letén is. „Annak ellenére, hogy a hegesztési iparág automatizálása egyre nagyobb teret nyer, a jövőben továbbra is lesznek olyan elemek, amelyeket kézzel kell hegesztetni,” összegzi Titzmann úr. – „Ezért a későbbiekben to-

vábbi olyan high-tech áramforrásokba fogunk befektetni, mint a QINEO Next.”

Stefanie Nüchtern-Baumhoff
Carl CloosSchweisstechnik GmbH
Fordította: Steinbach Ágoston

Prof. Dr. Jármái Károly*, Erdős Antal**

Szemelvények a nemzetközi hegesztési intézet XI, XIII és XV-ös bizottságai munkájából

2019 július 7–12 között került megrendezésre Pozsonyban a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) évi közgyűlése és nemzetközi konferenciája. A magyar delegáció a hely közelsége miatt is nagyobb volt a szokásosnál. Több mint 20 egyetemi szakember és ipari szakértő vett részt a megbeszéléseken, a konferencián. A csoport képe az 1. ábrán látható.

A XI, XIII és XV bizottságokban folyó munkáról kivonatos ismertetést kívánunk adni ebben a cikkben, lehetővé téve a szélesebb szakmai körnek az ott folyó munka megismerését, és az ilyen jellegű munkába való bekapcsolódást a MAHEG-en (<http://www.maheg.hu/>), illetve az MHE-n (<https://mhte.webnode.hu/>), mint magyar képviselőkön keresztül.

Az IIW vitathatatlanul legaktívabb bizottsága a XIII-as, ahol nagyon sok kutatási anyag kerül ismertetésre, megvitatásra. Itt a fő témakör a hegesztett kötések fáradása. 2019-ben több mint 50 dokumentumot vitattak meg. Ezek közül emelünk ki néhányat.

XIII-2784-19 DETERMINATION OF NOTCH FACTORS FOR WELDED BUTT JOINTS BASED ON NUMERICAL ANALYSIS AND META-MODELING, Markus Oswald, Josef Neuhäusler, Klemens Rother, Munich University of Applied Sciences, Germany

A hegesztett elemek fáradási szilárdságának becslésére szolgáló effective notch stress (hatékony bevágási feszültség) megközelítés megköveteli az idealizált hegesztési geometria feszültségkoncentrációs tényezőinek ismeretét a bevágási sugarakkal. Ez a tanulmány a hegesztett tompavarratok feszültségkoncentrációs tényezőinek becslését foglalja magában, egyoldalas Y-hegesztéssel és kétoldalas DY-hegesztéssel, mindegyik részleges vagy teljes beolvadással. A kapott becslésekben a vékony, közepes és vastag falú kötések szerepelnek, valamint a különböző bevágási sugarak és a hegesztési szögek.

A különböző meglévő becslésekkel összehasonlítva új módszereket hasz-

nálnak, amelyek metamodellezést alkalmaznak (a) polinomiális regresszióan alapuló válasszfületeti módszerrel, kapcsolódási feltételekkel és (b) mesterséges neurális hálózatokon alapuló módszerrel. Mindkét módszer hasonló és kiváló minőséget mutat. A meglévő becslési módszerekhez képest sokkal kisebb hibák adódnak. A módszereket betanították a végelemek referencia-eredményeinek nagy adatállományával, összesen 11871 tervezési alternatívára (mintára). A magasabb becslési minőség mellett az új metamodellek növelik a tompa varratok megengedett paramétereinek tartományát a meglévőkhez képest. A kapott módszerek gyors és megfelelő minőségű feszültség-koncentrációs tényező meghatározását teszik lehetővé, amelyek bonyolultabb alkalmazásokba ágyazhatók.

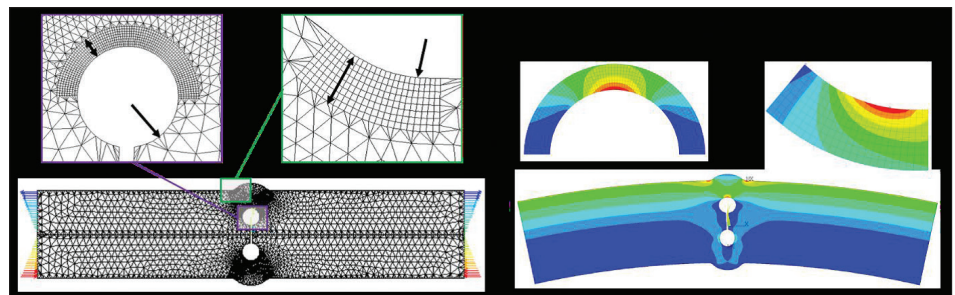
XIII-2792-19 INCREASED ACCURACY THROUGH CONSIDERATION OF THE STATISTICAL SIZE EFFECT WITHIN THE NOTCH STRESS CONCEPT, A. Deinböck, M. Wächter, A. Hesse, J. Hensel, A. Esderts, Clausthal University of Technology, Germany

A bevágási feszültség koncepciót a hegesztett szerkezeti elemek fáradási élettartamának kiszámításához dolgozták ki és ellenőrizték. Ennek egyik előnye, hogy egyetlen Wöhler-görbét (egy FAT fáradási osztály alapján) különböző hegesztési varrat geometriára alkalmaznak. Viszont a hegesztési varratot részletesen modellezni kell egy végeelemes számításhoz. A hatalmas adatbázis és a bevágási feszültség koncepcióval kiszámított ki-



1. ábra. A magyar csoport Pozsonyban

sérleti fáradási, szilárdsági eredmények összehasonlítása meglehetősen nagy szórást mutatnak (alacsony pontosság). Az ugyanazon hegesztett alaplamezekből gyártott különböző minta geometriákkal történt fáradásvizsgálatokkal felismerhető korreláció mutatható ki a nagy terhelésű hegesztési varrat hossza és a kísérletileg meghatározott bevágási feszültség nagysága között. A fáradási szilárdság csökken, ha a hegesztési varratok hossza növekszik. Az utóbbi mennyiség kiszámítható a végeelemes szimulációk segítségével, amelyek a bevágási feszültség meghatározására szolgálnak. A megállapított hatás már jól ismert, mint a nem hegesztett alkatrészek statisztikai mérethatása. Az itt bemutatott eredményeket arra használják, hogy a statisztikai mérethatast mind minőségi, mind mennyiségi szempontból módosító tényezőként írjuk le. Ezt a módosító tényezőt használhatjuk a bevágási feszültség eljárásán belül, és ezáltal csökkenti a fent említett szórási sávot. Ennek eredményeképpen megnövelhető a bevágási



2. ábra. VEM modell az effective notch stress analízishez, a peremfeltételekkel

feszültség módszerével meghatározott fáradási szilárdság pontossága.

XIII-2793-19 INFLUENCE OF WELD GEOMETRY ON NOTCH STRESS DISTRIBUTION AND STRESS CONCENTRATION FACTORS. A.Hesse, J.Hensel, A.Deinböck, M.Wächter, K.Dilger, Technische Universität Braunschweig, Clausthal University of Technology, Germany

A közelmúltban végzett vizsgálatok korrelációt találtak a hegesztett kötések nagyfeszültségű része és fáradásuk között. Ezekben a vizsgálatokban a nagyfeszültségű térfogatot megváltoztatták a fáradásvizsgálatok során alkalmazott különböző geometriai minták alkalmazásával. A fáradási szilárdság akkor csökkent, amikor tesztelték a nagyfeszültségű mintákat. Ezzel a tanulmányok kimutatták, hogy a statikus mérőhatás befolyásolja a hegesztett kötések fáradását is. A nagyfeszültségű térfogatot feszültség-számításokkal határozták meg. Eddig a tanulmányok kimutatták, hogy a megközelítés olyan mintáknál működik, amelyek idealizált hegesztési geometriával rendelkeznek. Ezért ennek a tanulmánynak a célja a hegesztési geometriának és a hegesztési hibáknak a nagyfeszültségű térfogatra gyakorolt hatásának jellemzése. A hibák figyelembevétele különösen fontos a gyakorlati alkalmazásokhoz.

Ezen hibák jelen lehetnek, és befolyásolhatják a fáradást.

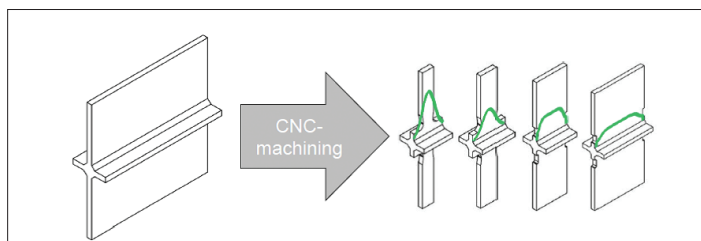
XIII-2810-19 A STUDY ON THE TYPE-B HOT SPOT STRESS, Norio YAMAMOTO, Tomohiro Sugimoto, Kinya Ishibashi, Satoyuki Tanaka, Nippon Kaiji Kyokai, Hiroshima University, Japan

A feszültségeloszlást a *b*-típusú hegesztett kötések és a szabad végű kereszt alakú hegesztett kötések végelelemes test-modell, finomhálós héj-modell és a durvahálós héj-modell alkalmazásával értékelték. Az egyes FE-modellek hot-spot feszültségének kiértékelését és összehasonlítását a kiolvasási pontokon a feszültségek extrapolálásával határozták meg, az IIW ajánlása alapján. A síkbeli hegesztett kötések vonatkozásában megerősítést nyert, hogy a szilárd modell és a héjmodell által okozott hot spot feszültségek a síkban lévő bevágások esetében megfelelőek, amelyekben az alaplemez és a csomólemez vastagsága megegyezik. Megfigyelhető, hogy a héjmodell alacsonyabb hot spot feszültséget határoz meg, mint a szilárd modell, amikor az alaplemez vastagabb, mint a csomólemez. Ennek a különbségnek az oka, hogy a héjmodell nem értékeli az alaplemez vastagságirányában a feszültségeloszlást a síkban elhelyezett csomólemez előtt, hanem átlagolt feszültséget számol. Megvizsgálták a héj-modell által

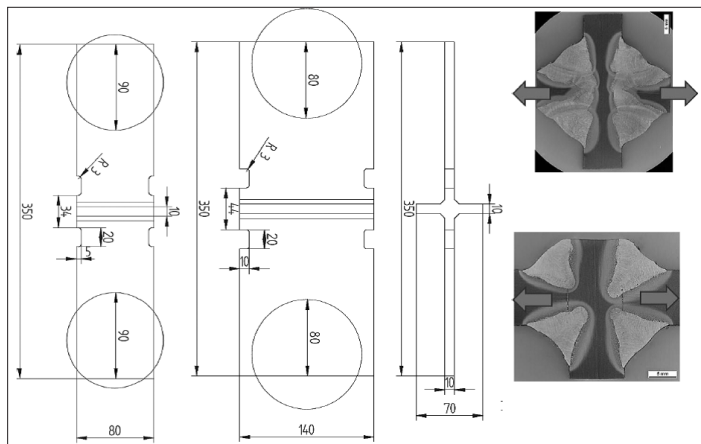
kiértékelt egyszerű módosító tényezőt a két lemezzvastagság aránya alapján. A merevített keresztalakú hegesztett kötések megerősítést nyert, szabadvégű csomólemeznél a hot spot a csomólemez sarkánál van. Megfigyelhető, hogy a héj-modell alacsonyabb hot spot feszültséget becsül meg, mint a test-modell.

XIII-2779-19 FATIGUE ANALYSIS ON THE TRANSVERSE FILLET-WELDED JOINTS MADE OF ULTRA-HIGH-STRENGTH STEEL – MEAN STRESS CORRECTION USING 4R METHOD, Antti Ahola, Tuomas Skriko, Timo Björk, Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT, Finland

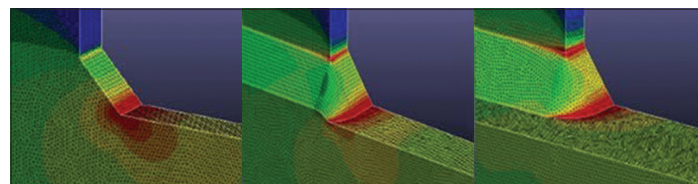
A kísérletben vizsgált, S960 és S1100 ultra nagy-szilárdságú acélból (UHSS) készült, kísérletileg tesztelt keresztirányú sarokvarratos, nem terhelő T- és X-kötések fáradás vizsgálatát végezték el. A vizsgálat sorozat hegesztett kötések tartalmazott a hegesztett (AW), nagyfrekvenciás mechanikai tömörítéssel kezelt (HFMI) és TIG utókezelt állapotban. A fáradás vizsgálatokat egytengelyű állandó amplitúdó terheléssel (CAL) hajtották végre, $R = 0,1-0,5$ feszültségarány mellett. A hegesztési geometriát és a maradó feszültség méréseket elvégezték és minden egyes kapcsolatnál a fáradási szilárdságot 4R módszerrel értékelték, amelyben a ciklikus rugalmas-képlékeny viselkedést az alkalmazott bevágási rúdfeszültség $\Delta\sigma_k$, a gyökoldal radiusza, szilárdság R_m , a maradó feszültség σ_{res} , és a külső terhelés R feszültségaránya alapján. A



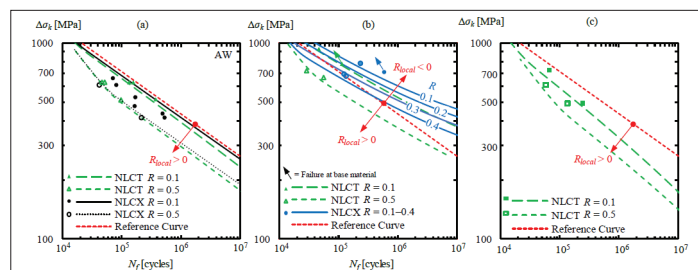
3. ábra. A hegesztett elemek különböző feszültség-eloszlása a varratgyök mentén



4. ábra. Keresztkapcsolatok vizsgálata



5. ábra. A hot spot feszültség különböző lemezzvastagságoknál



6. ábra. A 4R módszer $S-N$ görbéi R_{local} -korrekcióval és az eredeti adatpontok ($N_{f,i}$, $\Delta\sigma_{k,i}$) az S1100 csomópontoknál a) AW, b) HFMI-vel kezelt és (c) TIG-kezelt állapotban. A referenciagörbére $C_{mean} = 1018,30$ és $m = 4,66$

Smith-Watson-Topper (SWT) paramétert arra használták, hogy átlagos feszültség-korrekciót végezzenek, hogy az összes eredményt egyetlen S-N görbére vigyék. Az eredmények azt mutatják, hogy a hagyományos feszültség alapú megközelítések, azaz a névleges feszültség, a szerkezeti hot-spot (HS) feszültség és a hatékony bevágási feszültség fogalmak alkalmazásakor az AW és PWT állapotban a fáradási szilárdsági kapacitás R -függő volt. Ennek ellenére a 4R-módszer a kísérleti eredmények és a fáradási szilárdsági vizsgálat közötti jó egyezést eredményezett, függetlenül a terheléstől és az csomóponti viszonyoktól.

XIII-2780-19 FATIGUE STRENGTH OF FILLET-WELDED JOINTS AT SUB-ZERO TEMPERATURES, Moritz Braun, Robert Scheffer, Wolfgang Fricke, Sören Ehlers, Hamburg University of Technology, Germany

A hajók és a tengeri szerkezetek, beleértve a szélturbinákat is, szezonális fagyási hőmérsékletű területeken is működtethetők. Ezeket a szerkezeteket és azok anyagait úgy kell megtervezni, hogy megfeleljenek a szélsőséges környezeti követelményeknek. Míg a jelenlegi szabványok azt állítják, hogy figyelmet kell fordítani a fáradás-tervezési görbék érvényességére a nulla alatti hőmérsékleten, a szerkezeti acél fáradási szilárdságának vizsgálata szubzéro hőmérsékleten kevés, és az anyagválasztás általában a tervezési hőmérsékleten a törési szilárdság tulajdonságain alapul. A jelen vizsgálatban a hegesztett normál- és nagy szilárdságú acélszerkezetek fáradását a nulla alatti hőmérsékleten kísérletekkel elemezték. A hegesztett acél alacsony hőmérsékleten történő fáradási szilárdságára vonatkozó va-

lamennyi közzétett adat a tompavarrat hegesztett mintákon alapul. Ezért a sarokvarratos hegesztett mintákat -20 °C és -50 °C közötti hőmérsékleten vizsgálták a szoba-hőmérsékleten történt vizsgálatokkal való összehasonlítás céljából. Jelentősen nagyobb fáradási szilárdságot mértek a nemzetközi szabványokon alapuló becslésekhez és a tervezési előírások adataihoz képest, még a megengedett üzemi hőmérséklet alatti hőmérsékleten is, a törésállósági eredmények alapján.

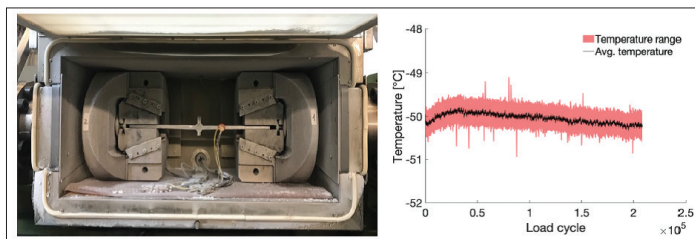
XIII-2786-19 FATIGUE PROPERTIES OF AUSTEMPERED DUCTILE IRON-TO-STEEL DISSIMILAR ARC-WELDED JOINTS, G. Meneghetti, A. Campagnolo, D. Berto, E. Pulcin, S. Masaggia, University of Padova, Zanardi Fonderie Spa, Italy

A mechanikai rendszerek szerkezeti kialakítása egyre inkább ugyanazon szerkezetben lévő különböző anyagok elfogadásához vezet, hogy javítsa annak teljesítményét. Lehetséges megoldás az eltérő ívhegesztésű kötések alkalmazása, amelyeknek gyakran képesnek kell lenniük a magas ciklus-számú terhelésekkel szembeni ellenállásra az üzemi körülmények között. A tervezési szabványok és ajánlások nemrégiben elérhető kötés-technológiaként nem adnak különféle kötésekre fáradási szilárdság-kategóriát, ezért külön vizsgálatok szükségesek. A jelen közreműködésben az EN-JS-1050 hőkezelt gömbgrafitos vas és S355J2 acél eltérő ívhegesztett kötéseinek fáradtsági viselkedését vizsgálták kísérletileg, hogy meghatározzák a tipikus hegesztési részletek fáradási szilárdsági kategóriáit és összehasonlítsák őket a megadott kategóriákkal. Először a különböző kötések metallográfiai elemzéssel értékeltük. Mérték a mik-

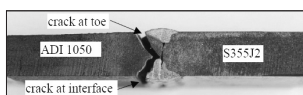
ro-keménység profilokat, és a maradó feszültséget röntgen-diffrakciós technikával a különböző kötéseknek. Mind egyik próbadarabnál megvizsgálták mérés az elcsavarodás és a nyúlás mértékét. Kísérleti fáradási vizsgálatokat végeztek (8a. ábra) részlegesen átolvadt tompavarratoknál tengelyirányú terhelés esetén, (8b. ábra) teljesen átolvadt tompavarratoknál és kereszt-kötéseknél négy pontos hajlítás esetén. Minden kötést kezelés nélküli körülmények között teszteltek, azaz feszültségcsökkentő hőkezelés nélkül. A kötések törésfelületeit elemezték, hogy azonosítsák a fáradási repedésindulási helyét.

XIII-2787-19 FAT CLASSES OF WELDED STEEL DETAILS DERIVED FROM THE MASTER DESIGN CURVE OF THE PEAK STRESS METHOD, Michele Zanetti, Vittorio-Babini, Giovanni Meneghetti, University of Padova, Antonio Zamperla Spa, Italy

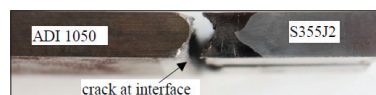
Ebben a tanulmányban az acélhegesztett kötések fáradási szilárdságának elemzésére a Peak Stress Method (PSM) kerül alkalmazásra. Ez a módszer a bevágásos feszültségintenzitási tényezők (N-SIF) megközelítésének mérnöki alkalmazása, és az egyenes, lineáris rugalmas csúcsheszültségeken alapul, viszonylag durva FE-elemekből számítva. Egyetlen tervezési görbét javasoltak korábban, amely megfelelően definiált ekvivalens csúcsheszültségként értelmezhető és az ívhegesztett acélcsuklók egy- és többtengelyű fáradására érvényes; sőt az N-SIF paraméterek teljes mértékben figyelembe veszik az összes geometriai és skálahatást. A szerkezetek nagy méretei miatt a cégeknek gyakran szükségük van a végelelem gerenda model-



7. ábra. Hűtőkamra a nulla fok alatti hőmérsékleten végzett fáradás

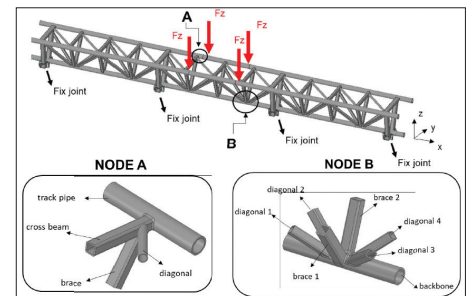


8a. ábra. A részleges beolvadású tompavarrat törésfelületei axiális terhelés mellett

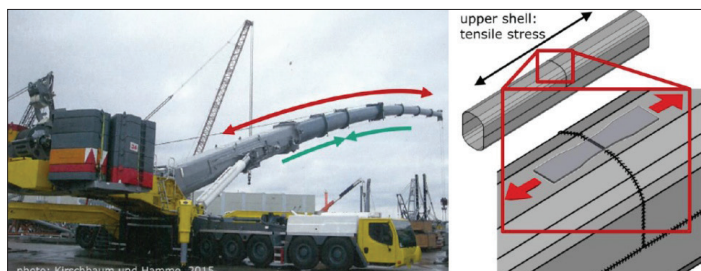


8b. ábra. A teljes beolvadású tompavarrat törésfelületei axiális terhelés mellett

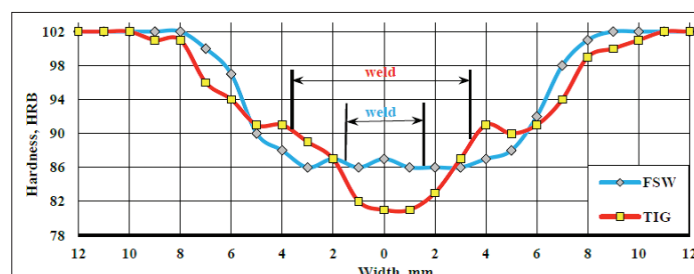
9a. ábra. Rácsos szerkezet terheléssel és peremfeltételekkel, valamint a PMS-sel elemzett csomópontok részletei



9b. ábra. A teljes szerkezet



10. ábra. a) Autódaru terepen b) a keresztirányú tompavarrat példakénti ábrázolása a húzófeszültséggel terhelt felső övlemezben



11. ábra. A TIG és az FSW technológiával előállított 1,8 mm vastag 1420 ötvözetből készített hegesztett kötések keménységének megoszlása a hegesztett kötések felületén

lekre a fáradás erősségének értékeléséhez, ami megnehezíti a héj- vagy háromdimenziós FE modellek használatát. A gerendaelemek azonban névleges feszültségeket (és nem helyi feszültségeket) adnak, amelyeket össze kell hasonlítani a tervezési szabványokban rendelkezésre álló megfelelő fáradási szilárdsági értékekkel (FAT osztályokkal). A rendelkezésre álló FAT osztályok korlátozott száma miatt a megfelelő megtalálása gyakran nehéz, különösen akkor, ha összetett geometriákat veszünk figyelembe. A munka célja a FAT osztályok meghatározása a névleges feszültség szempontjából számos geometriailag összetett szerkezeti részlet tekintetében, a PSM tervezési görbéjéből kiindulva. A FAT osztályokat a Hot Spot feszültség megközelítés alkalmazásával határozták meg. Ezután összehasonlították a két módszerrel kapott eredményeket. Az elemzett szerkezeti részleteket tipikusan a vidámparkban előforduló szerkezetek esetén alkalmazzák, és nem sorolják be a közös tervezési szabványokba.

XIII-2798-19 INTEGRAL TREATMENT OF BUTT JOINTS FOR THE FATIGUE LIFE ASSESSMENT IN THE LOW CYCLE FATIGUE REGIME, Benjamin Möller, Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability LBF, Darmstadt, Germany

A daruszerkezetek terhelési körülményei között a hegesztett kötések fáradásvizsgálata az alacsony ciklus-számtól a magas ciklusig magában foglalja a rugalmas-képlékeny anyag viselkedését, a változó amplitúdójú terhelést és az elfogadható számítási időket. Ezért integrált kezelést fejlesztettek ki a fáradásnak kitett kapcsolatok élettartamának becslésére. A tompavarratot teljes egészében úgy tekintik, hogy ezt a ciklikus terhelés határozza meg. Ennek a leírásnak az alapja a ciklikus feszültség-nyúlás és a három lineáris szakaszból álló fe-

szültség-élettartam viselkedési görbék a különböző nagy szilárdságú finomszemcsés szerkezetű acélokban, amelyeket a feszültség-szabályozott fáradási vizsgálatok eredményeznek. Ez az eljárás nemcsak a hagyományos fémhegesztésre korlátozódik, hanem például a lézerhegesztés fáradás-értékelésére is. A ciklikus átmeneti hatásokat elemezték, és a megkülönböztető ciklikus lágyulást a Ramberg-Osgood paraméterek lineáris beillesztésével írták le, az állandó amplitúdójú kontrollált vizsgálatokból származó károsodástól függően. A ciklusos viselkedés alapján a vizsgált hegesztések feszültség-nyúlásgörbéjének szimulációja állandó és változó amplitúdó terhelés mellett történt. A károsodási paramétereket a halmozódott károsodás meghatározására használják a fáradás élettartamának megállapításához. Végül, a számított fáradási élettartam a kísérletileg meghatározott élettartamokkal kerül összehasonlításra, ami az eljárás hatékonyságát mutatja.

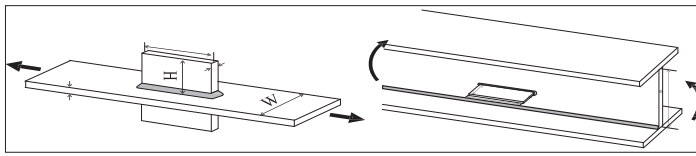
XIII-2800 HIGH CYCLE FATIGUE BEHAVIOUR OF THIN SHEET JOINTS OF ALUMINIUM-LITHIUM ALLOYS UNDER CONSTANT AND VARIABLE AMPLITUDE LOADING, S. Motrunich, I. Klochkov, A. Poklaytsky, E.O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Science of Ukraine.

A dolgozat bemutatja az alumíniumötvözetek volfrám elektródos inert gáz (TIG) hegesztésével és kavaró dörzshegesztéssel (FSW) előállított vékony lemezhajlító kötések mikrostruktúráját, szilárdságát és élettartamát. Kimutatták, hogy az FSW-kötéseknek finomszemcsés mikrostruktúrája van a hegesztési varratban (3-4 μm), homogén, dezorientált szerkezettel és a szemcsék megnyúlásával és eltéréssel a lágyított fémmozgás irányában, a szomszédos területeken. A hegesztett kötések csatlakozási felületén a szakítószilárdságot és a keménységet meghatározták. A hegesztett élek hő-

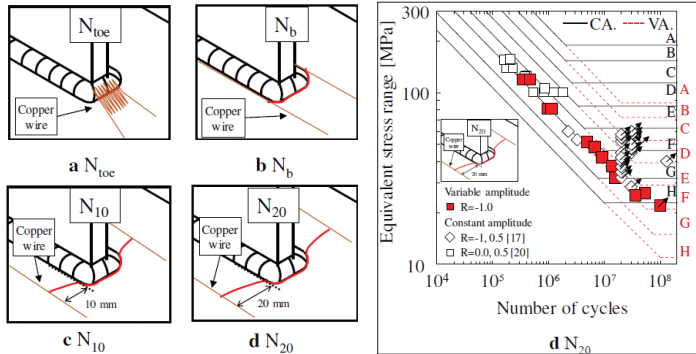
mérsékletének csökkentése csökkenti a hosszanti maradófeszültségek maximális értékét az FSW kötésekben a TIG hegesztéshez képest. FSW és TIG kötések nagyciklusú fáradási tesztjeit állandó és változó amplitúdó terheléssel végezték. Kimutatták, hogy az FSW kötések fáradtsági viselkedése meghaladja a TIG hegesztéssel kapott kötések jellemzőit.

XIII-2815-19 EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FATIGUE STRENGTH OF OUT-OF-PLANE GUSSET WELDED JOINTS UNDER VARIABLE AMPLITUDE LOADING IN LONG LIFE REGION, Yuki Banno, Koji Kinoshita, Gifu University Japan

Bár jól ismert, hogy acélhidaknál a változó amplitúdó-feszültség eloszlik az alacsonyabb feszültségtartományra, a fáradás előírás kialakítása még folyamatban van, amikor a változó amplitúdó terheléssel járó fáradási szilárdságot kell kiértékelni és ezért a fáradás-vizsgálat adatai szükségesek. Japánban kifejlesztették és széles körben használják a nagyobb terhelési gyakorisággal működő lemezhajlító fáradás-vizsgáló gépet. Magasabb terhelési frekvenciájú működésének köszönhetően a fáradásmérő gép lehetővé teszi a hegesztett kötések szilárdságának egyértelmű fáradását mind állandó, mind változó amplitúdó terhelés mellett a hosszú élettartamú régiókban. Ez a tanulmány a csomólemezek hegesztésének fáradását vizsgálja állandó és változó amplitúdó terhelés mellett hosszú élettartam esetén a kifejlesztett fáradásvizsgálat alapján, változó amplitúdójú vizsgálati módszerrel, a lemezhajlító fáradás vizsgálati gép segítségével. A fáradásvizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a hosszú élettartamú régióban a fáradási repedés kialakulását és terjedését az állandó amplitúdójú vizsgálatból származó fáradási határ alatt tartották. A fáradás eredményei azt is kimutatták, hogy a módosított Miner-féle módszer előre jelezheti a fára-



12. ábra. Lemez minta egytengelyű húzóterhelés mellett, tartó minta szimmetrikus csomólemezzel síkbeli hajlítás esetén



13. ábra a). A fáradási repedések helye, b). Fáradási teszt eredmények változó amplitúdójú terhelés esetén

dás erősségét változó amplitúdó terhelés mellett a hosszú élettartamú régiekban is.

XIII-2817-19 **A REANALYSIS OF FATIGUE TEST DATA FOR LONGITUDINAL AS-WELDED GUSSET JOINTS**, Yuki Ono, Claudio A. Pereira Baptista, Koji Kinoshita, Alain Nussbaumer, Gifu University, Japán, GRID International – Consulting Engineers, Lisboa, Portugal, Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne, EPFL Switzerland

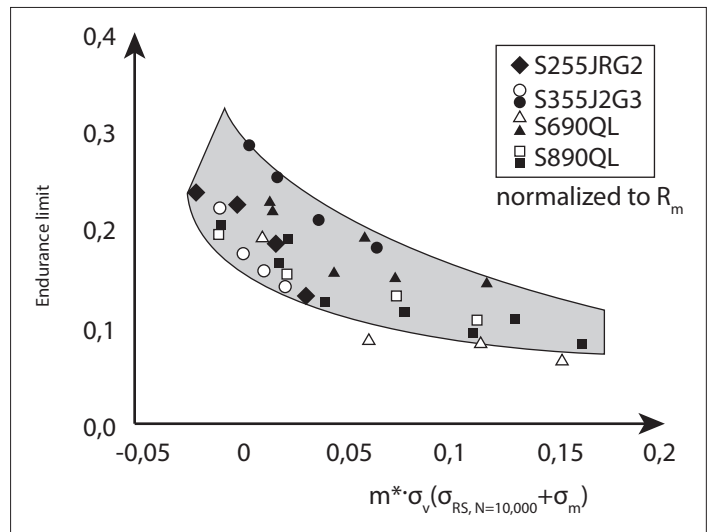
A hosszirányú hegesztett csomólemezes csatlakozás az acélhidaknál használt egyik jellemző szerkezeti részlet. Az olyan fáradás-tervezési előírásoknál, mint az IIW ajánlások, az Eurocode 3 vagy a JSSC, a fáradási szilárdságot csökkenő sorrendbe sorolják, a varratszegélynél adódó feszültségkoncentráció miatt, ahol a repedés keletkezik, a csomólemez hosszúsága függvényében. Azonban a fáradási szilárdsági értékek különbségeket mutatnak az előírások között, a csomólemez hossz tekintetében. Különösen az Eurocode 3-nak három csoportja van, amelyek 100 mm-nél kisebb hosszúságúak, míg a IIW három csoportja 300 mm-ig terjed. Ezenkívül a korábbi tanulmányok rámutattak arra, hogy a fáradási szilárdsági kategóriák meghatározására használt fáradási adatok túlnyomó többsége a kis hosszúságú mintákra korlátozódott. Ennélfogva ebben a vizsgálatban a hosszú, normál hegesztett csomólemezek fáradási szilárdságának újraértékelése érdekében a fáradás-vizsgálati adatok gon-

dos gyűjtését és szűrését végezték el a rendelkezésre álló irodalomból és az Eurocode háttérében használt korábbi eredeti adatbázisokról. Ezenkívül az adatbázis most 800 mm-ig terjedő mintákra is kiterjed. Statisztikai újraértékelést végeztünk számos paraméteren, mint például a minta geometriáján, a terhelési állapoton, a hegesztési részleteken, az acélminőségen és a feszültségarányon. Megvitatták az egyes paramétereket és azok kombinált hatásainak szerepét. Ezen túlmenően az eredmények alapján módosított fáradási szilárdság-besorolást javasoltak az Eurocode 3 jelenlegi ajánlásán belül.

XIII-2795-19 **MEAN STRESS CORRECTION IN FATIGUE DESIGN UNDER CONSIDERATION OF WELDING RESIDUAL STRESS**, Jonas Hensel, Technische Universität Braunschweig, Germany

A hegesztett acélok fáradási szilárdságát befolyásolja az alkalmazott terhelés átlagos feszültsége és a hegesztés közelében a maradó feszültség. A hegesztett szerkezeteknél használt fáradás-tervezési koncepciók átlagos feszültség-korrektúrája általában megkülönböztet három szubjektív általánosított maradó feszültség esetet, az „alacsony, közepes és magas” maradó húzófeszültséget. A maradó feszültségnek ez a kvalitatív kezelése a maradó feszültség-hatások pontatlan értékeléséhez vezet, különösen akkor, ha a nyomó maradó feszültség van jelen, vagy nagyszilárdságú acélokat alkalmaznak.

A tanulmány célja, hogy hangsúlyozza a terhelés átlagfeszültségének a ma-



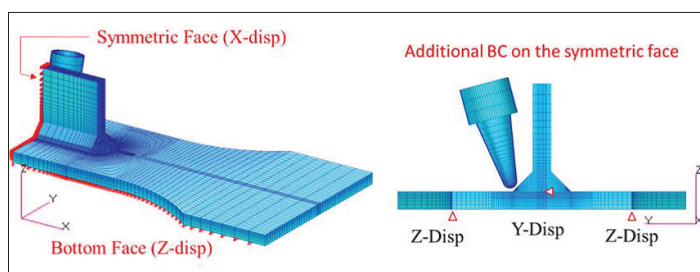
14. ábra. A tompavarratok tartóssági határának csökkentése a növekvő kombinált terheléssel az átlagos feszültség és a maradó feszültség figyelembevételével

radó feszültséggel való kölcsönhatását, és egy megközelítést adjon a feszültségkomponensek kombinált kezelésére a névleges feszültségkonceptiójával. Az átlagos feszültség és a maradó feszültség fáradásra gyakorolt hatása alapelveit mutatják be és vitatják meg. Továbbá hangsúlyozzák a maradó feszültség-relaxáció szerepét, és a ciklikusan stabilizált helyi maradó feszültség kombinálódik az átlagos feszültséggel és együtt adják az effektív átlagos feszültséget. A maradó és az átlagos feszültség hatások kvantitatív értékeléséhez a helyi tartóssági határok fáradás-tervezési koncepcióját és a tényleges átlagos feszültséget alkalmazzák.

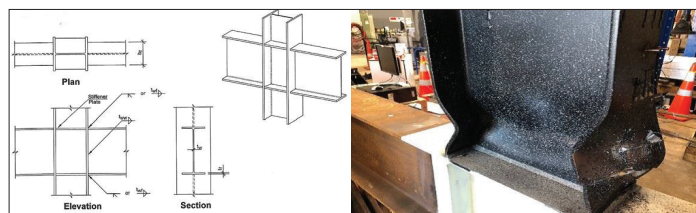
Végül, a hatékony átlagos feszültség-megközelítést különböző acélminőségű hosszanti merevítőkre alkalmazzák, amelyek különböző maradó feszültségi állapotúak. Megmutatják, hogy az S-N görbék finomíthatóak a tényleges átlagos feszültség figyelembevételével. Végül a tényleges átlagfeszültségen alapuló javított tényező-konceptió kerül bemutatásra, amely lehetővé teszi az átlagos feszültség-korrektúrákat a maradó feszültségállapot figyelembevételével.

XIII-2813-19 **STUDY ON THE STABILITY OF COMPRESSIVE RESIDUAL STRESS INDUCED BY HIGH FREQUENCY MECHANICAL IMPACT UNDER CYCLIC LOADINGS WITH SPIKE LOADS**, Hector Ruiz, Naoki Osawa, Luis De Gracia, Sherif Rashed, Osaka University, Japan.

Ebben a tanulmányban a korábban Leitner és szerzőtársai által végzett normál hegesztett és HFMI-vel kezelt



15. ábra. A HFMI kezelés szimulációinak körülményei



16. ábra. a). Az SCNZ 14.1: 2007 szabvány szerint Új-Zélandon használt hegesztett nyomaték átvivő kapcsolat ipari szabványformája, b). Az 1. minta meghibásodás után

csomóelemek-bekötő varratok felülvizsgálata és ellenőrzése került elvégzésre. Eredményeik alapján az állandó amplitúdójú és a különböző feszültség-amplitúdókkal rendelkező nyomócsúcs-terhelések maradó feszültségekre való hatását szimulálták. A feszültségváltozás szimulációs paramétereinek érzékenységi elemzését végezték el és javaslatokat tettek a maradó feszültség relaxációjára vonatkozólag. A maradó feszültség relaxációs szimulációs eredményeiből az alábbiak találhatók: (1) állandó amplitúdójú ciklikus terhelési esetekben a HFMI kezelés által kiváltott maradófeszültség transzverzális komponense és von Mises feszültség jelentős relaxációt mutat. A maradó feszültség hosszirányú komponense enyhe növekedést mutat, ha a ciklikus terhelés maximális feszültség értéke nagy; (2) az ütésszerű és az állandó amplitúdó ciklikus terhelési esetekben a maradó feszültség hosszanti és keresztirányú összetevői és von Mises feszültség jelentős relaxációt mutat. A relaxáció mértéke jelentősebbé válik az ütésszerű terhelés és/vagy az állandó amplitúdójú terhelés maximális feszültségének növekedésével, eltérően a felső részen lévő hosszirányú összetevőtől.

A felső részen lévő hosszirányú maradó feszültség csak akkor változik jelentősen, ha a ciklikus terhelés maximális feszültsége kisebb, mint a képleken deformáció minimális névleges feszültsége.

XIII-2824-19 THE USE OF EFFECTIVE FULL PENETRATION OF T-BUTT WELDS IN WELDED MOMENT CONNECTIONS, H. Taheri, G.C. Clifton, P. Dong, M. Karpenko, G.M. Raftery, J.B.P. Lim, University of Auckland, Auckland, New Zealand, University of Michigan, Michigan, USA. Welding Centre, Heavy Engineering Research Association (HERA), Auckland, New Zealand

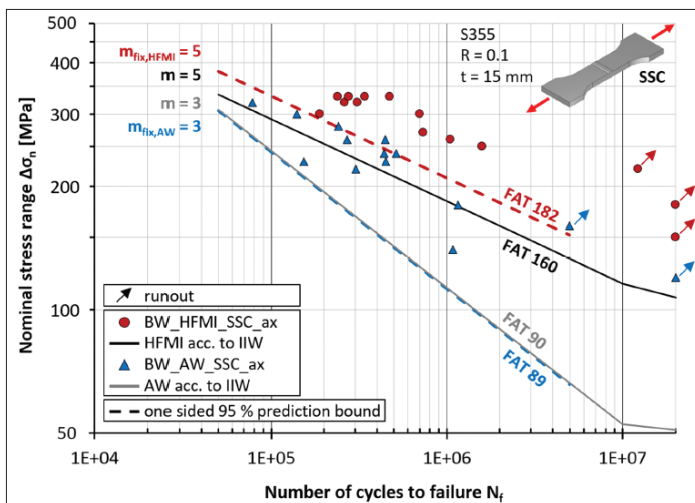
A hegesztett,nyomatéknak ellenálló kapcsolatokat számos acélszerkezeti szabvány tartalmazza nemzetközi szinten. A teljes beolvasású tompa-

varratokat gyakran alkalmazzák, hogy a gerenda és az oszlop övlemezeit összekapcsolják. A részleges beolvasású tompavarratok olcsóbbak, mint a teljes beolvasású tompavarratok és költség-hatékonyabbak, mint a nagy sarokvarratok. Az EN 1993-1-8 szabvány tartalmazza a „hatékony teljes beolvasású tompa-T-kötések” meghatározását, ami azt jelenti, hogy felhasználó a tompavarratokat lecserélheti, ami költségmegtakarítást eredményezhet. Ez a tanulmány a hegesztett oszlop-gerenda kapcsolatok szeizmikus teljesítményét vizsgálja, a teljes beolvasású tompa-T-kötésekkel. Három teljes méretű tompa-T-varratú próbatestet vizsgáltak a SAC protokollon alapuló ciklikus terhelés mellett. Az eredmények azt mutatták, hogy a teljes beolvasású hegesztések nagyon jól működnek a szeizmikus terhelés esetén és a gerendán adódnak meghibásodások lehetővé teszik, hogy jelentős mennyiségű energiát lehessen eloszlatni a gerendán kialakuló képleken csuklóban, miközben a csatlakozó panel zónában kis mennyiségű folyás következik be és nincs tönkremenetel a kapcsolódási zóna hegesztéseiben. A mintadarabokat igazi műhelyi körülmények között gyártották le az EN 1993-1-8 által előírt varratprofilok megbízható gyártásával. A tanulmány az „egyenértékű szilárdság” elvén a részleges beolvasású tompavarratokat javasolja, amelyeket a tervező és/vagy a gyártó készíthet a teljes beolvasású tompavarratok kiváltására.

XIII-2781-19 APPLICATION OF HIGH FREQUENCY MECHANICAL IMPACT TREATMENT TO IMPROVE THE FATIGUE STRENGTH OF WELDED JOINTS IN CORROSIVE ENVIRONMENT, J. Weinert, S. Gkatzogiannis, I. Engelhardt, P. Knoedel, T. Ummenhofer, University of Applied Sciences Munich, Karlsruhe Institute of Technology, Germany

Ez a tanulmány a magas frekvenciájú mechanikus ütésekkel (HFMI) kezelt, S355 acélból készült szerkezeti részletekkel foglalkozik, figyelembe véve a korrodáló környezeti hatásokat.

A vizsgálatokat $t=15$ mm vastagságú tompavarrat mintákon és $t=25$ mm vastagságú keresztirányú, nem teherhordó mintákon végezték. Két különféle laboratóriumi módszert alkalmaztak a tengeri maró környezet szimulálására a laboratóriumban. A sópermet kamrában elhelyezett mintákat ezután laboratóriumi levegőn száraz állapotban tesztelték, figyelembe véve a korrózió hatására a repedés kezdetére gyakorolt hatását. A korrózió hatására a repedés növekedésére gyakorolt hatása meghatározására mesterséges tengervizet használtak a korrózió előtti állapotnál és a korróziós közegben egyidejűleg végzett fáradtsági tesztekkel. A korróziós fáradási vizsgálatokat normál hegesztett és HFMI-vel kezelt körülmények között végezték, $R = 0,1$ feszültségaránytal tengelyirányú húzási és 4-pontú hajlítási ciklus terhelések mellett. A vizsgálati eredményeket mérték a rögzített $m=3$ és $m=5$ meredekségű fáradási görbék meghatározására a HFMI-vel kezelt körülmények és a normál, kezeletlen hegesztésére vonatkozóan az IIW-ajánlások szerint. A névleges feszültség megközelítésen alapuló kísérleti vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy mindkét típus fáradási határát jelentősen megnövelheti a HFMI kezelés alkalmazása, összehasonlítva a megfelelő korrodált mintákkal normál, kezeletlen hegesztés esetén, még akkor is, ha a vizsgált maró hatásnak vannak kitéve a körülmények. A IIW tervezési javaslataival történő összehasonlítás azt mutatja, hogy a HFMI-vel kezelt hegesztéseknél a FAT-osztályt a korrózió miatt nem szükséges csökkenteni, és az ajánlott FAT-osztály továbbra is érvényes. A HFMI-vel kezelt keresztirányú rögzítések eredményei kissé elmaradnak az IIW által javasolt tervezési görbétől, és erre az esetre javaslat készül a korrózió figyelembevételére. Kiegészítő numerikus vizsgálatokat a bevágási feszültség megközelítés alkalmazásával használtak a hatékony bevágási feszültség-görbék meghatározására. Megállapították,



17. ábra. A névleges S-N görbék rögzített meredekségű AW és HFMI-vel kezelt varratokkal, S355, SSC előre korrodált (10 napos) mintákból, majd ciklikus axiális szakítóterhelés alatt szárazon tesztelve, összehasonlítva az IIW szerinti FAT-kal

hogyan a korrodált minták kezeletlen-hegesztett állapotában a IIW szerinti FAT osztályt nem sikerült elérni, és a korróziós hatások figyelembevétele érdekében kiigazításokra van szükség. Megállapítható azonban, hogy a IIW által javasolt, hatékony bevágási fáradás-ellenállás továbbra is alkalmazható a korrodált HFMI-vel kezelt szerkezeti részekre.

A XV-ös bizottságban, ahol a hegesztett szerkezetekkel foglalkoznak jóval kevesebb dokumentum volt, de ezek között is voltak érdekesnek mondhatók.

XV-1581-19 NUMERICAL SIMULATION ON WELDING STRESS AND DEFORMATIONS OF AN AXIAL COMPRESSOR WELDED FAN CASING, Jianxun Zhang, Jing Niu, Xian Jiaotong University, China

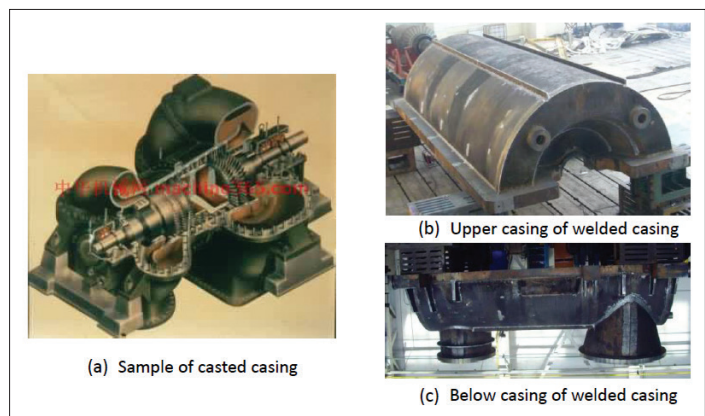
A hegesztett szerkezetek gyártási technológiájának fejlesztésével fontos tendencia az öntvény szerkezet hegesztett szerkezetként történő megtervezése. Annak érdekében, hogy az AV100-22 ventilátorházat öntött szerkezetről hegesztettre változtassák, a FEM elemzés alapján megkapták az AV100-22 hegesztési folyamatát minimális hegesztési deformációval, és elemezték a feszültségoldó hőkezelés hatásait a maradék hegesztési feszültségre a cikkben. Az optimált hegesztési gyártási folyamat a hegesztési deformációk numerikus szimulációjával érhető el a különböző hegesztési folyamatok során, mielőtt az axiális kompresszorházat öntvényből hegesztetten gyártják. A ház végso alakváltozása hajlító alakváltozás, felfelé és kifelé ívelt a karima közepén. A ház végén a végleges alakváltozást hordozható op-

tikai három koordinátás szkennerral mérték, és jó egyezést mutatott a szimulált eredménnyel. Mind numerikus, mind kísérleti eredmények alapján a karima deformációja jó egyezést mutat egymással, és a hegesztési maradék feszültség körülbelül 200 MPa a véglap és a karima felületén, ami a hőkezelés után kevesebb, mint 100 MPa-ra csökkent.

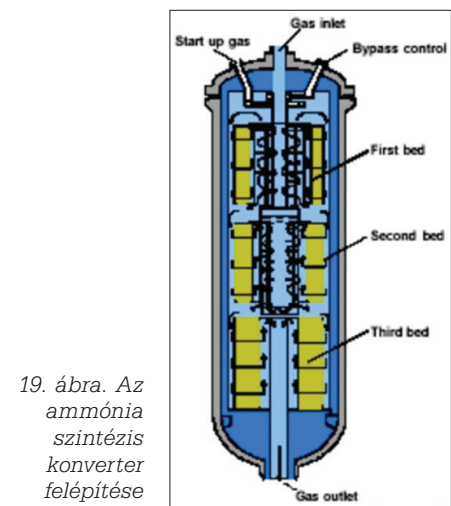
XV-1582-19 OPTIMUM DESIGN OF A WELDED PRESSURE VESSEL USING DIFFERENT HEAT RESISTANT STEELS, Antal Erdős, Károly Jármái, University of Miskolc, Hungary

Ebben a cikkben egy hegesztett nyomástartó edény elemzését és optimalizálását mutatják be egy ammónia szintézis átalakítónál, amely különböző típusú hő- és korrózióálló acélokól készülhet. Mint tudjuk, ezeknek az acéloknak három különböző típusa van, mint például a ferrites acélok, az ausztenites acélok és a kettő kombinációja a duplex acélok. Ezeket az acélokat széles körben használják elsősorban a vegyiparban. Minden típusnak előnyei és hátrányai vannak. Ebben az esetben helyénvaló kijelenteni, hogy a használat függ az acéllal érintkező anyagtól, különösen annak korrózió tulajdonságától, és a mechanikai feszültségektől is függ. Bemutatták különböző hőfokon és nyomáson működő szerkezetek optimalizálását, a sokféle rendelkezésre álló anyagból a legmegfelelőbb kiválasztását, figyelembe véve a szerkezet tömegét és gyártási költségeit.

XV-1606-19 ON THE WARPING AND DISTORTION OF CANTILE-



18. ábra. Az öntött és hegesztett ventilátorház

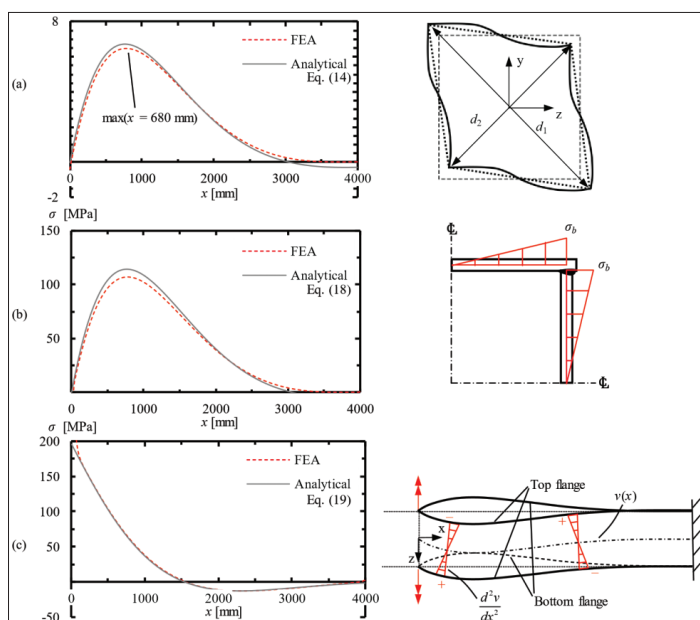


19. ábra. Az ammónia szintézis konverter felépítése

<https://www.slideshare.net/GerardBHawkins/ammónia-synthesis-flowsheet-operator-training>

VER BEAM WITH HOLLOW SECTION, Timo Björk, Antti Ahola, Tuomas Skriko, Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT, Finland

Ez a tanulmány egy konzolos torony gerenda feszültség-elemzésével foglalkozik, amely változó torziós nyomaték terhelésnek van kitéve. Az ilyen gerendáknak több kritikus helye lehet az erősség szempontjából: az első érdekes részlet a keresztmetszet, ahol a terhelés meg van adva. Általában azonban ez a részlet úgy van kialakítva, hogy sima alakzatokat tartalmazzon, amelyek mérsékelt feszültségkoncentrációkat eredményeznek, és így elkerülhetőek a fáradási hibák. A keresztmetszet torzító deformációja azonban keresztirányú hajlítási feszültségeket vált ki, ami különösen káros lehet a hegesztett szerkezeteknél. Ezenkívül a rögzítési hely, ahol a gerenda tipikusan egy véglemhez van hegesztve, kritikus pont lehet. Ebben a tanulmányban analitikai megközelítést alkalmaznak a ke-



20. ábra. (a) terhelés és (b) torzulás-eloszlás az RHS-szelvényben

resztmetszet elhajlása és a téglalap alakú üreges szakaszok torzulás által indukált keresztirányú és hosszirányú feszültségeinek kiszámításához. Véges elem elemzéseket (FEA-k) végeztek az analitikai megközelítés ellenőrzésére, a végleges részleteinek kritikus pontjainak meghatározására különböző fokú hegesztési penetrációval, hatékony nyírófeszültség (ENS) koncepció használatával, és javaslatok kidolgozására a diafragmák szerkezeti részleteiben a torzulás mértékének csökkentése érdekében.

A XI-es bizottság fő kutatási területe a nyomástartó edények. Jelenleg átalakulóban van, új elnöke lesz hamarosan.

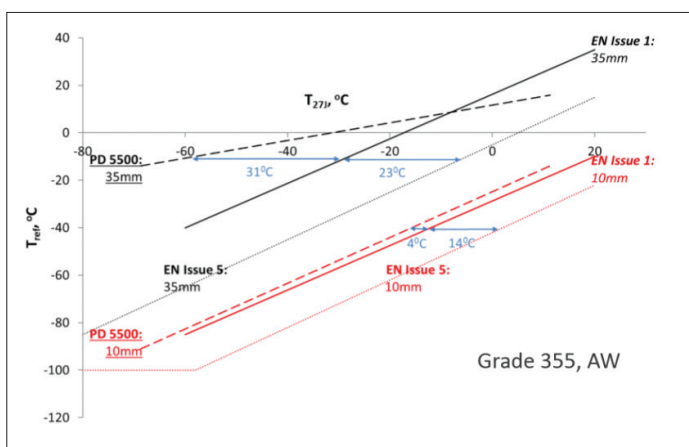
XI-1096-19 OPTIMISING THE SAFE DESIGN OF PRESSURE PLANT, Isabel Hadley, TWI, UK

Az előadás fő témája a PD 5500 és az EN 13445-2 Annex B szabványok összehasonlítása és kiegészítése volt a vonatkozó acélminőségek esetén alkalmazott tesztek, anyagvizsgálatok révén. Elsősorban az ütőmunka figyelembevétele fontos már az anyagválasztás fázisában, melyet a későbbiekben összhangba kell hozni a falvastagsággal (miszerint nagyobb falvastagságú berendezés esetén az acélválasztás, esetlegesen újráválasztás során nagyobb ütőmunkával rendelkező acélt célszerű választani a meghibásodás elkerülése végett). Azonban a vonatkozó szabványok esetén is jelentős eltérés van az átmeneti hőmérséklet meghatározása között, mely különösen nagy falvastagságok esetén jelentős. Ennek egyik forrása,

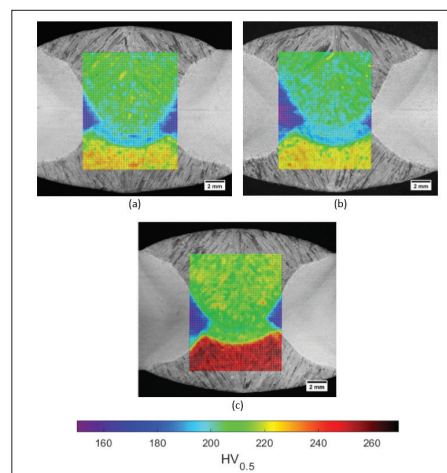
hogy az EN magasabb hőmérsékleten határozza meg az ütőmunka értékét. További eltérés a két szabvány között, hogy az EN keresztirányban írja elő a próbatestet a PD pedig hosszirányban. A modell, mellyel a szabványok dolgoznak szintén eltérőek egymástól, míg a PD a széleskörű vizsgálatokra épít, melyet kiegészít a Charpy-tulajdonságokkal és a felhasználói tapasztalatokkal. Az EN törésmechanikai számításokat vesz alapul, melyet szintén kiegészít Charpy-tulajdonságokkal, valamint a feszültségintenzitási tényezővel, továbbá egyéb tesztekkel, például nagyszilárdságú acélokon végzett tesztekkel.

XI-1090-19 IX-L-1213-19 EFFECTS OF NIOBIUM IN SUBMERGED ARC WELD METAL, Tate Patterson, The Ohio State University, USA

A nagyszilárdságú, alacsony ötvözetű vagy mikroötvözött acélokat úgy tervezték, hogy megfeleljenek a tervezett üzemi feltételeknek, teljesítménykövetelményeknek. Ezen acélokat termomechanikus módon (TMCP) állítják elő az optimális mikroszerkezet és mechanikai tulajdonság elérése érdekében. A mikroötvözők kritikusak az optimális tulajdonságok eléréséhez a termomechanikus kezelés során. A vizsgálatot az API 5L X70 minőségű, körülbelül 0,1 tömeg% Nb-al ötvözött, csőacélon lettek elvégezve. A fedettívű hegesztés (SAW) egy általánosan használt gyártási módszer csőszakaszok építésére hosszanti- vagy spirálvarratos hegesztéssel. Problémák merülnek fel, amikor az alaplemezen lé-



21. ábra. A PD és az EN tervezési görbéinek összehasonlítása

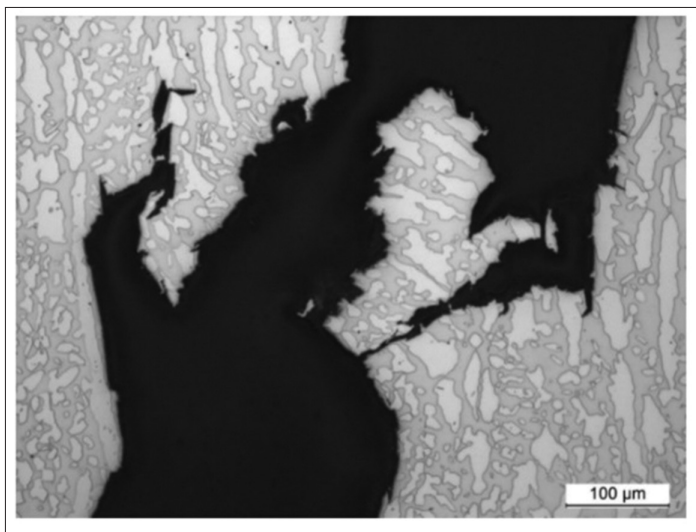


22. ábra. Feszültségeloszlás a hegesztett kötések esetén különböző Nb tartalom mellett: a, esetben 0,014%, b, esetben 0,03%, c, esetben 0,084%

vő viszonylag nagy mennyiségű Nb-t tartalmazó acél hegesztését kell elvégezni. A kísérletek azt mutatják a Nb-ról, hogy káros hatással van az ütőmunkára.

A hegesztést tandem rendszerben valósították meg 2,8 kJ/mm hőbevitel mellett, a fejek dőlésszöge is eltérő volt, az első 5° a második 20°-os szöveget zárt be a merőlegessel a két elektróda között 16 mm-es távolsággal. Az optimális nióbium tartalom 0,019 % volt, amely mellett az ütőmunka értéke maximális volt. A következtetésük a következő: a nióbium tartalmat nem érdemes az adott acél esetén 0,019 % fölé növelni, mert a nagyobb mennyiség az acélban lévő karbonnal és nitrogénnel karbidot, nitridet vagy karbonitridet képezhet, mely rideg fázis jelenléte jelentősen rontja az ütőmunka értékét.

XI-1093-19 IX-H-893-19 FAILURE ANALYSIS OF DUPLEX 2205 GAS SEPARATOR WELDS OPERATING



23. ábra. A repedés terjedése a ferrites (szürke) régiókban történet a fehér (ausztenites) részeket elkerülve

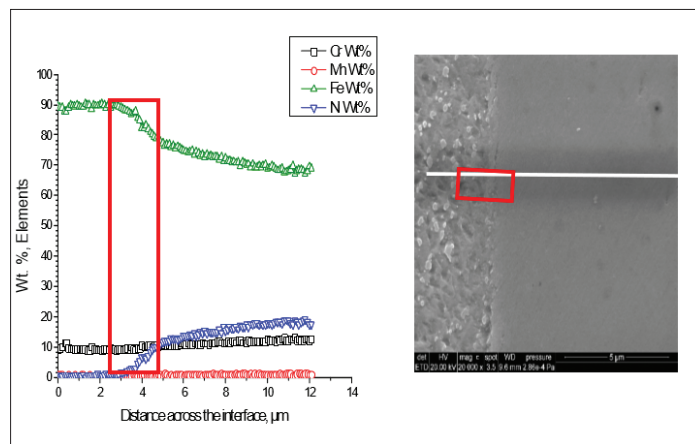
IN PROCESS PLANT CONDITIONS- Pekka Nevasmaa, VTT, Finland

Egy finomító leállításkor a 2205 duplex rozsdamentes acélból készült gázszeparátor (22% Cr – 5% Ni – 3% Mo) gázcsatornában széles körű, hosszirányú repedések találtak a körvarrattal párhuzamosan. A berendezés körülbelül két évig működött a 45°C-os üzemi hőmérsékleten és 47 bar nyomáson, hidrogén, hidrogén-szulfid, szén-dioxid és víz keverékkel dolgozott. A cél a repedések mechanizmusainak és mögöttes okainak meghatározása volt. A mikroszkópos és fraktográfiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a repedések a helyi anomáliás régiókban, a lemezek felülete melletti vékony rétegben keletkeztek, közel több felületi repedéshez. Ezen a rétegben belül a ferrit fázisban egy intragranuláris kiválás következik be. A réteg keménysége magasabb volt, mint önmagában a ferrit- vagy ausztenites fázisoké. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a réteg króm-nitridet, Cr_2N -t tartalmaz. Az ilyen kiválások a hidrogénnel szembeni fokozott érzékenységek és a hidrogén által kiváltott feszültség okozta repedéssel szembeni fokozott ellenállásnak tulajdoníthatók. Meghatározták az erre a repedési mechanizmusra jellemző mikroszerkezeti és fraktográfiai jellemzőket. Annak ellenére, hogy az alapanyagra kiterjedő felületi rendellenességek bonyolultak, a durva felületet durva szerkezetű hőhatásövezetre hasonlító mikroszerkezet kíséri, ami arra utal, hogy ez a véletlen hőkezelésből származik, mint pl. kerületi hegesztés. Ezen túlmenően a hegesztett kötés maga is felszíni és belső hibákat

mutatott, amelyek a gyenge hegesztési minőségnek tulajdoníthatók. Ezek a hegesztési hiányosságok azonban nem voltak közvetlen kapcsolatban a megfigyelt hibával. A repedés felszínén felismert lokális területek a repedések későbbi szakaszaiban a fáradásnak tulajdoníthatók. A megfigyelt repedés a hidrogén által kiváltott feszültség okozta repedés és a későbbi fáradás okozta terjedés kombinációjának köszönhető.

Hosszirányú repedés keletkezett a hegesztett kötés hőhatásövezetében, mely elérte a fém felszínét. A vizsgálatok ridegtörésről árulkodtak, melyet több véletlenszerű és irányú oldaltörés kísért. A repedésterjedését, magát az útvonalát elemezve kimutatható volt, hogy a repedés a terjedése során a ferrites régiókon keresztül haladt, míg az auszteniteseket kikerülte. A repedés megjelenésének oka feltehetően a pitting korrózió volt, melyre a tesztek alapján a 2205-ös duplex acél hajlamot mutat már 30-40 °C feletti klorid tartalmú közeggel történő érintkezés esetén és az üzemi hőmérséklet ezt meghaladta, 45 °C volt és a klorid tartalmú közeggel való érintkezés feltétele is teljesült.

IX-C-1097-19 XI-1105-19 **ASSESSMENT OF PHASE TRANSFORMATION AT PARTIALLY MELTED ZONE OF DISSIMILAR CREEP RESISTANCE P91 AND ALLOY 800 TO MITIGATE CRACKS** Belinga Mvola^{1*}, Paul Kah¹, Pavel Layus¹, Chitta Ranjan Das², John Hald^{3†} LUT University, Lappeenranta, Finland. ²Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam, India ³Technical



24. ábra. Az ötvözők eloszlása a beolvadási vonal mentén

University of Denmark, Lyngby, Denmark

A P91-es kúszásálló acél fontos az energiaipar fejlesztésénél. A funkcionális követelményeknek való megfelelés érdekében valamikor elkerülhetetlen az eltérő acélok hegesztése. Az egyik általános alkalmazás az ausztenites korrózióálló acél és a ferrit acél hegesztése. A kutatási eredmények azt mutatják, hogy a közös kialakítás a párnaréteg-gel és a különböző töltőhuzalokkal eltérő kombinációt eredményez, de az összehegedés közelében lévő repedés még mindig közös hiba. A tanulmány célja, hogy numerikus szimulációval segítse az eljárás optimalizálását. A numerikus szimuláció lehetővé teszi a különböző hegesztési eljárások értékelését. Különböző megközelítések különböző takarórétegekkel és hozaganyagokkal készültek és így lett elemezve a varrat és a hőhatásövezet közötti diffúziós kölcsönhatás az interfészen keresztül. A vizsgálatot tudományos acél adatbázis is segíti. A tanulmány több hegesztési eljárást elemez és értékeli az optimális eredmény megtalálásához. A numerikus eredményt összehasonlítják a normál hegesztett mintával, különböző hegesztési eljárások esetén. A többirégű hegesztés különböző átmérőjű huzalelektrodákkal történik. A várt eredmény az eltérő hegesztett kötések esetén a kúszással szembeni ellenállás javítása, és huzalkombináció ajánlása volt. A tesztek megalapozhatják az energiaipar új generációját és biztosíthatják a hosszantartó energiaellátást.

*Prof. Dr. Jármai Károly, egyetemi tanár

**Erdős Antal, doktorandusz Miskolci Egyetem

Tisztelt Ügyfelünk!
Kedves Olvasónk!

Szakfolyóiratunk a hirdetni kívánók igénye kielégítése céljából továbbra is az eddigi, színskála alapján történő választási lehetőséget szeretné biztosítani.

Az újság vágott mérete: 215×290 mm.

A hirdetések mérete:

A/4	kifutó	215+10 mm×290+10 mm
	nem kifutó	190 mm×250 mm
A/5	fekvő	190 mm×125 mm
	álló	125 mm×250 mm
A/6		125 mm×100 mm
	fekvő	190 mm×70 mm
	álló	60 mm×250 mm

A 2019-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	135	–	–	eFt
Hátsó külső borítón	125	–	–	eFt
Első belső borítón	120	–	–	eFt
Hátsó belső borítón	115	–	–	eFt
Belíven	110	95	85	eFt
PR-hírek és információ	25	15	–	eFt
Az MhTE honlapján www.mhte.hu hirdetés	15			eFt

Az MhTE tagvállalatai 10% kedvezményre jogosultak. Az a tagvállalat, amely egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, az 15% kedvezményre jogosult.

Az a hirdető, aki nem tagja az MhTE-nek, de egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, 7,5% kedvezményre jogosult. A kedvezmények érvényesítése az év végi számlában történik meg.

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

**LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.**

Felelős kiadó: GAYER BÉLA, az MhTE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesberger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 06 1 769 0056/8; bgayer@mhte.hu
Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés,
1148 Budapest, Fogarasi út 10–14.
Telefon: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027
e-mail: mhte@mhte.hu

Felelős vezető:
Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:
a PLANTIN Kiadó és Nyomda Kft.-nél készült,
1092 Budapest, Ráday utca 31.

Telefon: 06 30 9210 478, 06 20 9370 350

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2019. évben: 500,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 2000,- Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülésnél, az előfizetési díjak kiegyenlítésére, számla ellenében az alábbi lehetőségek választhatók:

1.) készpénzzel az MhTE pénztárában

2.) belföldi postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	2	Linde Gáz Mo. Zrt.	B. I.
Böhler Kereskedelmi Kft.	B. II.	Mátra Diagnosztika Kft.	90
Centrotool Kft.	B. III.	Messer Hungarogáz Kft.	39
Cooptim Ipari Kft.	58	Migatronik Kft.	99
Corweld Plus Kft.	52, 57	Polyweld Kft.	30
Crown Int. Kft.	92	Qualiweld Kft.	40
EMI-TÜV SÜD Kft.	6	Rechnen Kft.	36
Flexman Robotix Kft.	46	Rehm Kft.	B. IV.
Géper Kft.	61	Soyer Kft.	90
Hungexpo	78	Welding Hungary	45
IGM Robotrendszerek Kft.	68	Weldotherm Kft.	62
Lincoln Electric Kft.	77		

FONTOS!

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak le,

TIF-ben, EPS-ben vagy PSD-ben

készítsék el, CMYK-re színrebonva.

Színnyomatot kérünk mellé! Köszönjük!

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük kedves szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt fény-

képeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem

külön állományként: jpg, jpeg, tif, eps, psd formátumban.

Emailon csatolmányként, vagy adathordozón (CD, DVD, stb.).

Csak így tudjuk biztosítani

a képek jó minőségét!



»OBSERVER«

1084 Budapest, Auróra utca 11.

Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744