

HEGESZTÉS TECHNIKA

XXXII. ÉVFOLYAM
2021.4. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

IDEJE GÁZT ADNI!

LASLINE GÁZOK LÉZERTECHNOLÓGIÁKHOZ

www.messer.hu

MESSER 
Gases for Life

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 hegeszteni. 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 össze lettek hangolva, mely a precizitás újabb lépcsőfokát teszi lehetővé. Ezzel megcélózhatja az iparágában legjobb kötéseket, melyekre büszke lesz. Ehhez 5 év garanciát adunk valamennyi Terra és Uranos hegesztőgépünkhöz.

TARTALOM

1 Hírek News Nachrichten

Prof. Dr. Tisza Miklós (1949-2021)	
Az MHTÉ néhány társintézményei folyóiratainak aktuális cikkjegyzéke	
Dr. Jármái Károly professzor a Kassai Műszaki Egyetem díszdoktora	7
Beszámoló a Nemzetközi Hegesztési Intézet 74. Közgyűléséről	8
Rövid beszámoló a Hegesztési Felelősök 22. Országos Tanácskozásáról	
Beszámoló a Nemzetközi Hegesztési Intézet rendkívüli közgyűléséről	
David Landon IIW Elnök halála	
XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferencia	15
Ipari gázok ankét az Óbudai Egyetemen	16
Magyar Hegesztési Egyesület kítüntetései átadása Miskolcon	17
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei	20
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei	20
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek	20
Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok	21
MHTÉ Akadémia - 2022. képzési terv	21
Weldone - Technikai képzés	22
GER-APP Hírek	23
EuroMEC projekt beszámoló	24
A képzés hatékonyabb változata – a BET – EU-projekt - egy éves	25
Előkészületben a Hegesztési Zsebkönyv új kiadása	26
4 th International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2022	27
2. Hegesztési webinárium beszámoló	28

2 Kutatás-Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

Dr. Gremesberger Géza	3	
Hegesztőkészülékek és az „Ipar 4.0”		31
Welding fixtures and JIGS and „Industry 4.0”	4	31
Schweißvorrichtungen und „Industrie 4.0”	7	31
Fábián Enikő Réka		
Lézersugárral hegesztett duplex- és ausztenites acélok korróziós viselkedése	13	41
Effect of laser beam welding on the corrosion performance of duplex and austenitic corrosion resistant steels	13	41
Dr. Mikihito Hirohata, Shuhei Nozawa, Prof. Dr. Jármái Károly		
Hegesztés utáni helyi hőkezelés vizsgálata hídpályaalemez merevítőknél költségelemzéssel	17	49
Analysis of stiffened steel plates in steel bridge by after weld local heat treatment	20	49
Gyura László		
A lángegyengetés hatása különböző szilárdságú acélok tulajdonságaira	20	59
Influence of flame technologies on properties of different high strength steels	21	59
Kővágó Csaba PhD		
Beszámoló az IIW C-VIII Bizottság 2021-es évi tevékenységéről	23	71
Account of the activities in IIW-C-VIII. Committee in 2021	24	71
Tóth László		
Hűtőfolyadék-követelmények hegesztőgépekhez	26	77
Requirements for cooling liquid used in welding equipments	27	77

3 Sajtóközlemények Press Releases Pressemeldungen

Kapacitás bővítés a Horacél Kft-nél	86
-------------------------------------	----

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITESHARK.HU

**WHITE
SHARK**
Welding Hungary

WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK

**WHITE
SHARK**

W E L D I N G W I R E

MINDEN KEDVES MEGLÉVŐ ÉS JÖVŐBENI
PARTNERÜNKNEK ÉS CSALÁDJÁNAK KÍVÁNUNK
BÉKÉS KARÁCSONYT

ÉS KÖZÖS SIKEREKET HOZÓ
BOLDOG ÚJ ÉVET !

Prof. Dr. Tisza Miklós (1949-2021)

Furcsa érzésekkel ülök itt volt tanszék- és intézetvezetőnk Tisza Miklós professzor íróasztala felett ezen az álmos, novemberi vasárnap délelőtt. Van ebben valami sorsszerűség, hogy én itt, most Őt búcsúztatom. Úgy néz ki, hogy ez az iroda mind az Ő, mind az én életutamban egy meghatározó helyszínné vált. Ő csaknem három évtizedet töltött e iroda falai között és élte át benne vezetőként a rendszerváltozás után összeomló nehézipar okozta bizonytalanságot, a kétlépcsős oktatási rendszerhez történő csatlakozásunk oktatásszervezési kihívásait és az egyetemi kancellária rendszer bevezetését. Ezen kihívásokhoz alkalmazkodni csak megfelelő időben megfelelő döntéseket hozó vezetők tudtak sikeresen. Neki ez nagy valószínűséggel sikerült, hiszen a volt Mechanikai Technológiai Tanszék és jogutódja az Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet a múltban és a jelenben is a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának egyik meghatározó Intézete. A három évtized alatt vezetőként hozott döntései közül egy kisebb horderejű döntésével nekem biztosított lehetőséget, hogy az egyetemi tanulmányaim lezárása után a Miskolci Egyetemen dolgozhassak. Nagy valószínűséggel ez a döntése is ebben az irodában született. Sokan vagyunk úgy, hogy a családi, baráti, munkatársi körünkből egy-egy ember neve hallatán beugrik a számunkra legjellemzőbb tulajdonsága. Nekem Tisza professzor neve hallatán, ami először eszembe jut az mérhetetlen munkabírása, amit fiatalokat megszágyenyítő mennyiségben és rendkívül magas színvonalon végzett. Ez egyértelműen alátámasztható életútja legfontosabb állomásaival és elért eredményeivel. Tisza Miklós középiskolai tanulmányait szülővárosában a debreceni Mechwart András Gépipari Technikumban végezte, abban az intézményben, amely

kiváló szakemberek sokaságát adta az akkori Nehézipari Műszaki Egyetemnek. Egyetemi tanulmányainak lezárásaként, 1972-ben kitüntetéses gépészmérnöki oklevelet szerzett. Az egyetem akkori oktatóinak már hallgatói éve alatt a látóterébe került, példamutató tanulmányi eredményének és közösségi szerepvállalásának köszönhetően. A Mechanikai Technológiai Tanszék akkori vezetője Romvári Pál Professzor úr invitálására a Tanszék Képlékenyalakító Szakcsoportjához csatlakozott végzése évében. Ez a tudományterület aztán egész pályafutása egyik meghatározó területeként végig kísérte. Egyetemi doktori címet szerzett 1977-ben, műszaki tudományok kandidátusa címet 1981-ben és végül műszaki tudományok doktori címet 1995-ben. 1991-től egyetemi tanár, amely beosztást a 70 évesen bekövetkező nyugdíjazásáig betöltötte. Ezzel párhuzamosan szintén 1991-től Tanszékünk, Intézetünk vezetője 65. életévéig 23 éven át, majd még további 5 évig intézeti tanszékvezető. 2019-től a Miskolci Egyetem Professzor Emeritusa. A Sályi István Doktori Iskola tanácsának 1993-tól tagja. 2009-től 2019-ig a Doktori Iskola Elnöke. Mérnök generációkat oktatott, mérnökök ezrei Tőle tanulták meg a Metallográfia és Képlékenyalakítás tudományát. A volt miskolci egyetemisták első egyetemi élménye, a Dékáni kézfogást követően a hétfőn reggel 8 órától kezdődő Metallográfia, később Anyagtudomány előadás volt, amit csaknem négy évtizeden keresztül Tisza Professzor oktatott. A 2021/22-es tanév az első, amikor ez nem így van. Oktató, nevelő munkájának gyümölcse számtalan egyetemi jegyzet, egyetemi tankönyv, amit nyelvismertének köszönhetően idegen nyelven is megírt. Talán többen nem tudják, de az általa írt Metallográfia tankönyvet arab nyelven is megjelentették. Szakmai munkáját a szüntelen újat akarás jellemezte,



szakmai pályafutása alatt folyamatosan és példaadóan képezte magát, többször megújítva tudását. Korosztályával szinte az elsők között ismerte fel a számítástechnika szerepét a technológiai tervezés területén. Már a 80-as években kollégái közül többekkel grafikus alapon, de számítógépes környezetben működő szerszámtervező szoftver fejlesztésében vett részt. A számítógéppel segített technológiai- és szerszámtervezés aztán egész életében egy meghatározó kutatási területe maradt. A 90-es évek közepén, szinte egyidejűleg a szoftver megjelenésével találkozott az AutoForm alkalmazással, aminek magyarországi elterjesztésében elvitatlan érdemeket szerzett. Magam is dolgoztam vele ezen a területen és sokszor tisztelettel figyeltem azt a kötelességtudatot, alaposágot és tudásszomjat, amit az újabb és újabb verziók megtanulásába fektetett. Az oktatási módszertanban is folyamatosan képezte magát. 2020-ban a világjárvány hatására bevezetett online oktatás, talán Neki okozta a legkisebb kihívást, mert bölcs előre látásával már évekkor előtte kidolgozta tantárgyai online oktatási lehetőségét a mindenkor e-learning rendszerek keretein belül, példát mutatva Intézetünk kollektívájának. Vezetőként folyamatosan törekedett az oktató-kutató utánpótlás nevelésére. 1991-es tanszékvezetői megbízatása első évtizede a

Mechanikai Technológiai Tanszék akkori oktatói gárdája tudományos előmenetelének aktív, fontos időszaka volt. Kollégáit biztatta és támogatta a fokozatszerzési folyamatban. Ezt egész pályafutása során fontosnak tartotta. Mindezekkel párhuzamosan hosszú éveken át töltött be egyetemi vezető tisztségeket. 1986-1989-ig osztályvezető a Tudományos Osztályon, 1987-1999-ig projektigazgató a Projekt Irodán, majd Intézményfejlesztési Program Irodán. Egyetemi vezető beosztásai közül kiemelkedik a 2000-2003 között betöltött, fejlesztési rektorhelyettesi pozíció. Ekkor az Egyetemfejlesztési projekt vezetőjeként részt vesz az Egyetem ma ismert megjelenésének kialakításában. Ekkor készül el az A/1 tanulmányi épület teljes felújítása a XXXII, XXXIII és XXXVII-es új nagyelődök és a jelenlegi főbejárat. Tudományos teljesítménye nemzetközi szinten ismert

és elismert. Megszámlálhatatlan idegen nyelvű publikáció, konferencia előadás fűződik a nevéhez. Hosszan sorolhatnám nemzetközi és hazai szakmai szervezetekben betöltött szerepét, tisztségeit. Ezek közül mégis külön megemlíteném az IDDRG Nemzetközi Mélyhúzási Kutatócsoportot, aminek 1989-től tagja, 1994-től elnök helyettese, 1996-98 között elnöke. Elnöksége alatt, 1996-ban elsőként Magyarországon megszervezte az IDDRG konferenciát Egerben, majd 2007-ben második alkalommal Győrben. Mikor halálhírét megosztottam a bizottsági tagokkal többen megdöbbenésüket fejezték ki a hír hallatán. Az IDDRG-ben betöltött szerepére a vele egykorú svájci Pavel Hora Professzor szavai világítanak rá leginkább: „Miklós az egyik pillére volt az IDDRG szervezetének. Munkássága hidat épített számos Közép-Kelet Európai országba. Nagy úrt hagy maga után”.

Oktatói-kutatói munkájáért, szakmai és közéleti tevékenységéért Gépészmérnöki Kari Emlékérem, a Signum Aureum Universitatis, GTE Zorkóczy Béla Emlékérem, a Magyar Köztársasági Érdemrend Tisztikeresztje elismeréseket vehetett át. 2014-ben a Miskolci Egyetem Díszpolgárának választották. Tisza professzor a jelenben élt, de mindig a jövőben gondolkodott. Másfél héttel a sajnálatosan bekövetkezett halála előtt egy online megbeszélésen az általa 25 éven keresztül figyelemmel követett szoftver új verziójának magyarországi bevezetésével kapcsolatos teendőkről egyeztetünk. Sajnos ennek közös elsajátításában már nem tud részt venni.

Tisztelt Tisza Professzor úr, kedves Miklós. Isten veled, nyugodj békében!

Lukács Zsolt

Az MHTÉ néhány társintézményei folyóiratainak aktuális cikkjegyzéke

WELDING in the WORLD, Volume 65 – issue 12

Prediction of bead geometry with consideration of interlayer temperature effect for CMT-based wire-arc additive manufacturing

Zeya Wang, Sandra Zimmer-Chevret, François Léonard, Gabriel Abba

Multiple output analysis for advanced waveform and controlled short-circuit MIG/MAG variants

Régis Henrique Gonçalves e Silva, Daniel Galeazzi, Pedro Correa Jaeger Rocha, Alberto Bonamigo Viviani, Rafael Albino Bernardi

Regulation of welding residual stress in laser-welded AISI 304 steel-niobium joints using a Cu interlayer

Mingxiao Shi, Jiugong Chen, Jingyong Li, Weidong Mao, Shengliang Li, Xiang Ma, Huifeng Ni, Haochun Xia

Determination of LME sensitivity of zinc-coated steels based on the programmable deformation cracking test

M. Meyerdierks, M. Zinke, S. Jüttner, E. Biro

Effect of welding current on the microstructures and mechanical properties of GTAW joints for ZLa22 alloy

Weyang Zhou, Qichi Le, Ruizhen Guo, Liang Ren, Liang Chen, Xingrui Chen, Xuqiang Huang

New weldable 316L stainless flux-cored wires with reduced Cr(VI) fume emissions: part 1—health aspects of particle composition and release of metals

Elin M. Westin, S. McCarrick, L. Laundry-Mottiar, Z. Wei, M. C. Biesinger, I. Barker, R. Wagner, K.-A. Persson, K. Trydell, I. Odnevall, H. L. Karlsson, Y. S. Hedberg

New weldable 316L stainless flux-cored wires with reduced Cr(VI) fume emissions: part 2—round robin creating fume emission data sheets

E. M. Westin, S. McCarrick, L. Laundry-Mottiar, Z. Wei, R. Wagner, K.-A. Persson, K. Trydell, I. Odnevall, H. L. Karlsson, Y. S. Hedberg

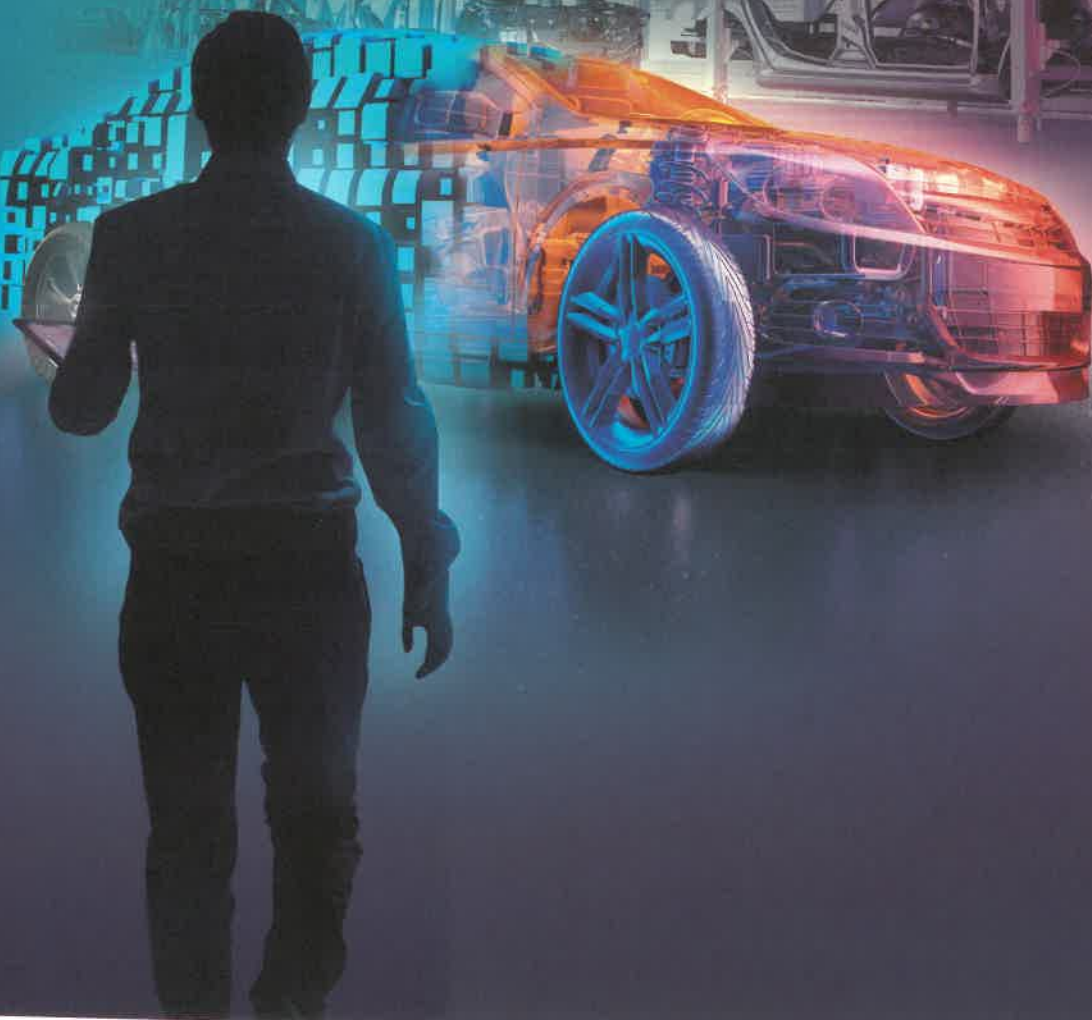
Microstructure evolution of friction stir processed 2507 duplex stainless steel

Shikang Gao, Hongyun Zhao, Renxiao Zhang, Chengyue Ma, Li Zhou, Guo Chen, Degang Li, Haifeng Yang, Xiaoguo Song, Yunqiang Zhao

Failure behavior and mechanical properties in the resistance spot welding of quenched and partitioned (Q&P) steels

Bruna Figueredo, Dileep Chandran Ramachandran, Andrew Macwan, Elliot Biro

**A jövőhöz vezető út
itt van.**



AUTOMOTIVE HUNGARY

10. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkonferencia



2022. május 10-13.



hungexpo

ÚJ IDŐPONTBAN!

A 10. Automotive Hungary 2022 májusában kerül megrendezésre a HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási Központban

FÓKUSZPONTOK:

- DIREKT és INDIREKT beszállítók
- „ÜZLET, TUDOMÁNY, KARRIER” tematikai pontokra épülő programok
- Automotive Hungary TechTogether mérnökverseny
- Beszállítói fórumok
- Magas színvonalú szakmai konferenciák
- Mérnöki továbbképzések

Társrendezvények:

MACH-TECH Nemzetközi gépgyártás-technológiai és hegesztéstechnikai szakkonferencia

IPAR NAPJAI Nemzetközi ipari szakkonferencia

A kedvezményes jelentkezési feltételekről érdeklődjön kollégáinknál!

Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:

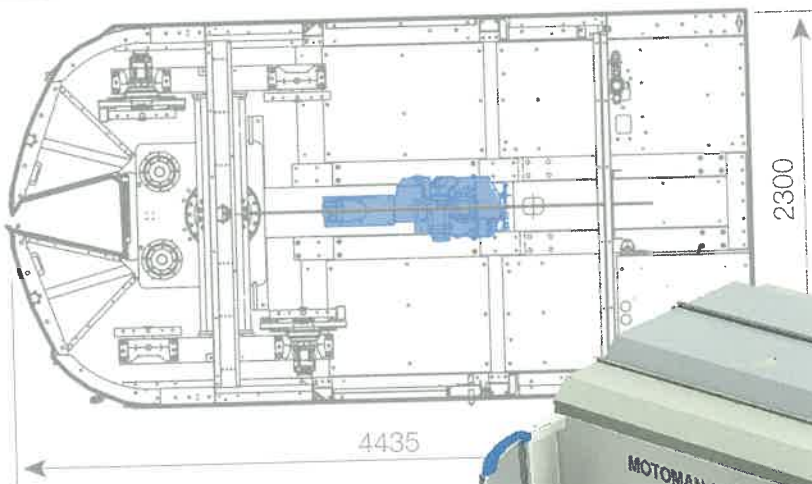
www.automotivexpo.hu, automotivexpo@hungexpo.hu



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



 **Flexman**
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft.
+36 1 256 2281 | facebook.com/FlexmanRobotics/

Dr. Jármai Károly professzor a Kassai Műszaki Egyetem díszdoktora

Dr. Jármai Károly, a Miskolci Egyetem Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék professzora, a Magyar Hegesztési Egyesület IIW Magyar Nemzeti Bizottság elnöke, az IIW XV-ös bizottság alelnöke és a XV-F albizottság elnöke, 2021. október 22-én a Kassai Műszaki Egyetemen díszdoktori oklevelet vett át.

Jármai professzor tudományos érdeklődési körébe a szerkezet optimalás, a hegesztett szerkezetek tervezése tartozik.

Több, mint 677 szakmai publikáció és 679 független hivatkozás jellemzi publikációs tevékenységét. 1981 óta ápol szakmai kapcsolatot a TUKE Építőmérnöki Karának Acélszerkezeti Tanszékével, melynek keretében számos közös kutatást végeztek, cikkeket publikáltak. Részt vettek egymás konferenciáin, a tudományos bizottságokban segítve a szakmai munkát.

Együttműködtek európai projektben az acélszerkezetek tűzvédelme tárgyában. A több évtizedes szakmai és emberi

kapcsolatok elősegítették a két egyetem közötti kapcsolat elmélyítését. 2013-2017. között Jármai Károly rektorhelyettesként fokozott figyelmet fordított a két egyetem kapcsolatának erősítésére egyetemi és kari szinten egyaránt.

A kimagasló elismerést a fentiekben röviden áttekintett, a két egyetem közötti hosszú távú szakmai együttműködésért, a nemzetközi projektekért, a szakmai kapcsolatok erősítéséért adományozták részére.

Az ünnepélyes átadáson részt vett Hetey Ágota, Magyarország kassai főkonzulja is. Jármai professzor mellett ez alkalommal díszdoktori oklevelet vett át a Földtudományi Karról Szűcs Péter professzor, az egyetem jelenlegi rektorhelyettese is.

Dr. Gáti József



Géper

Láng, plazma és lézervágó technika

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

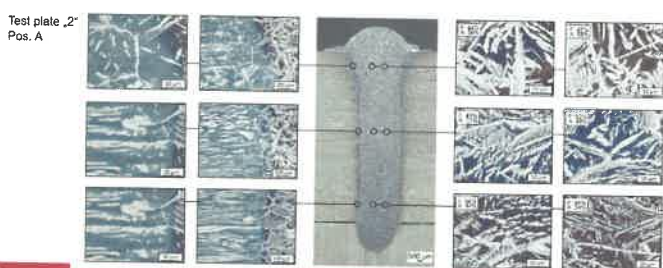
Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz
Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére

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

A második napon sorra kerülő C-IX-H, a Korrózióálló acélok és nikkeltálcázott ötvözetek albizottság ülésének levezetője Dr. Elin Westin (Voestalpine, Ausztria), az albizottság elnöke volt. Ezen ülés során főként a különböző ausztenites és duplex korrózióálló acélok hegesztéséről számoltak be az előadók, melyek során egy magyar érdekltségű kutatás eredmény bemutatására is sor került Tóth Tamás előadásában „IX-2730-2021: Tamás Tóth, Jonas Hensel, Klaus Dilger (Germany): Electron beam welding of 2205 duplex stainless steel with nickel-based filler wire using multi-beam technique” címmel.

4.1 Microstructural investigations



18.07.2021 | Tóth Tamás | Electron beam welding of 2205 duplex stainless steel with nickel-based filler wire using multi-beam technique | 74th IAW Annual Assembly and International Conference, C-IX Meeting | Slide 24

Institut für Füße- und Schweißtechnik ifw

6. ábra: Az „Electron beam welding of 2205 duplex stainless steel with nickel-based filler wire using multi-beam technique” című előadás egyik diája

A bizottsági ülést a harmadik napon a C-IX-C, Melegsíllárd és kúszásálló acélok és a C-IX-NF, Nemvas fémek albizottság programja zárta le. A C-IX Bizottság soron következő évközi ülése Münchenben, előreláthatólag 2022 márciusában kerül megrendezésre.

A C-XV Hegesztett szerkezetek tervezése, analízise és gyártása Bizottság június 12-13-án ülésezett. Hét dokumentum került ismertetésre és megvitatásra, valamint öt albizottsági beszámoló hangzott el. A bizottság tagjai szavaztak az Ugo Guerrero díjjal kapcsolatban beérkezett javaslatról, melyet az Olasz Hegesztési Intézet szponzorál, és az IIW háromévente ítéli oda. A Guerrero-díjat egy mérnök vagy technikus (vagy mérnökök és technikusok csapata) kaphatja, akik kifejezetten felelősek a „kiemelkedő hegesztett szerkezet” tervezéséért vagy gyártásáért, amely különösen érdekes és előremutató a tervezés, az anyagok vagy a gyártási módszerek szempontjából, amelynek befejezése az X-10. év és az X-3. év (esetünkben 2012-2019.) közötti időszakban történt, és még mindig üzemben van.

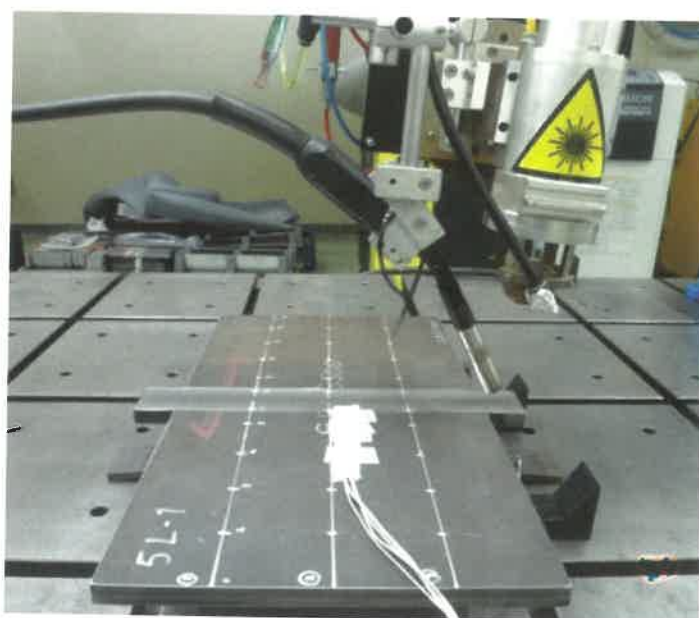
A pályázó műtárgya a hongkongi Zhuhai Macao híd, amely a Pearl River torkolati vizén fekszik, egy nagy tengeri keresztcsatorna, amely összeköti Hongkongot, Zhuhai-t és Makaót. A Hong Kong-Zhuhai-Makaó híd alagutak, szigetek és hidak összessége. A teljes 55 kilométeres projekt nagyszabású és összetett építési szempontokkal rendelkezik, amelyekre nagy figyelmet kellett

fordítani. Az acélhíd teljes hossza 22,9 km, felépítésével a Zhuhai és Hongkong közötti távolság megtétele 4 órától 30 percre csökkent. (Megjegyzés: kiváló hegesztett szerkezet esetén magyar tervező és gyártó is pályázhat az Ugo Guerrero díjra.)

A C-XV Bizottságban elhangzott és bemutatott kutatások közül hármat emelünk ki.

1. HIROHATA Mikihiro, CHEN Gang, MORIOKA Kuya, HYOMA Kengo, INOSE Koutarou and MATSUMOTO Naoyuki, Oszakai Egyetem, Japán: XV-1621-2021, An Investigation on Laser-arc Hybrid Welding of One-pass Full-Penetration Butt-joints for Steel Bridge Members

Az acélhíd-elemek gyártásához használt lézer-ív hibrid hegesztés hatékonyságának vizsgálatához számos kísérletet és elemzést végeztek. 15 mm vastagságú, nagyszilárdságú szerkezeteknél (SBHS400) egymenetű, teljes beolvadású tompavarratok készültek. 6 menet szükséges az azonos méretű teljes beolvadású kötések ívhegesztéssel történő előállításához. A hibrid hegesztéssel történő gyártás ideje körülbelül 2 %-a volt az ívhegesztésnek. A hibrid hegesztés síkbeli deformációjának nagysága körülbelül 5 %-a volt az ívhegesztésnél adódónak. Feltételezve a nagy acélhíd tagok tényleges gyártási folyamatait, a hibrid hegesztés a hagyományos ívhegesztéshez képest nagyobb hatékonyságot mutathat a hegesztési alakváltozás, a maradó feszültségek és a hegesztési idő szempontjából.



7. ábra: A Hibrid hegesztés megvalósítása laboratóriumi körülmények között

2. Koji AZUMA, Tsutomu IWASHITA, Toshiomi ITATANI, Soyo Egyetem, Japán: XV-1622-2021, Improvement of Weld Details to Avoid Brittle Fracture Initiating at the Toes of Weld Access Hole of the Beam End

A kutatás módosított geometriai kialakításokra irányult I-gerendák gerinclemeznél. Ezzel a feszültség koncentrációt eltolja a gerinclemeztől. Kísérletekkel és végesselemes analízissel megvizsgálták a hegesztési nyílás megfelelő alakját, amely használható a terepi hegesztett kötéseknél. A ciklikus terhelési vizsgálatokat gerenda-membrán csuklómodellekkel végezték. A kísérleti eredményekkel azt mutatták, hogy a továbbfejlesztett gerendák megfelelő deformációs képességgel rendelkeznek. A Weibull-féle feszültség-megközelítés alkalmazhatósága, összehasonlítva a szívósság-skálázási modell módszerével, a repedésekből származó törés előrejelzésében, szintén igazolásra került. A geometriai kialakítások az Architectural Institute of Japan (1 részlet) és az American Institute of Steel Construction előírásai szerint történtek (2. és 3. részlet).



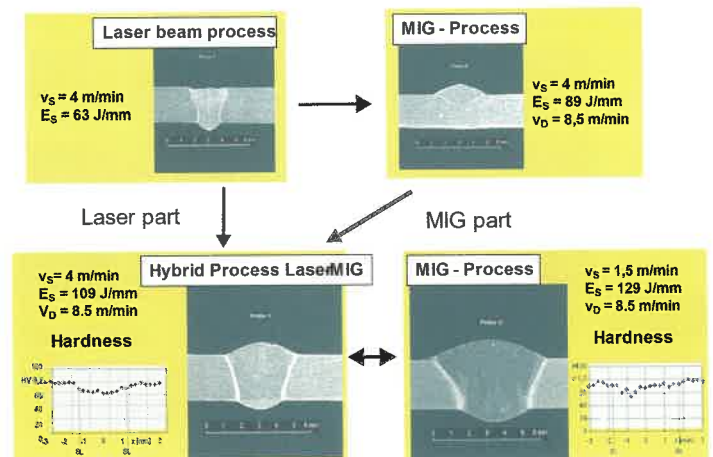
8. ábra: A kivágások különböző variánsai

3. Károly JÁRMAI, Miskolci Egyetem: XV-1623-2021, Global and local cost calculations at welded structures

A tanulmány a globális és helyi módszereket alkalmazó, különböző hegesztési technológiákkal kapcsolatos költségbecsléseket elemzi. A szerkezet optimalizálás során ezek a költségek a célfüggvények. A tervezés, a gyártástechnológia, valamint a gazdaságosság kapcsolatát vesszük figyelembe az optimalizálás segítségével. A helyi megközelítésben csak azokat a költségelemeket vesszük figyelembe, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a szerkezeti dimenziókhöz. Egy valódi szerkezet költségfüggvénye anyagköltségeket, összeszerelési költségeket és egyéb gyártási költségeket tartalmazhat, például hegesztés, felület előkészítés, festés, vágás, élcsiszolás és geometria létrehozása.

A hegesztés a legelterjedtebb ipari eljárás fémek kötésére, de jelentős káros füst- és gáztermelő is: a hegesztési technológiától függően eltérő mennyiségű lehet a CO_2 , CO , CH_4 , NOx

stb. kibocsátás. Az olyan környezeti kihívásokat, mint a globális felmelegedés-, az ózonzóréteg leépítési-, a savasodási-, az eutrofikációs-, a fotokémiai ózonnépzési- és az abiotikus kimerülési potenciál, mind figyelembe vesszük a globális megközelítésben. Az életciklus-értékelés, az LCA objektív eljárás a termékhez, folyamathoz vagy tevékenységhez kapcsolódó környezeti terhek értékelésére, valamint a környezet javítására irányuló lehetőségek értékelésére és megvalósítására. Ebben a cikkben néhány összehasonlítást végeztek helyi és globális megközelítések felhasználásával a költség-számításokban.



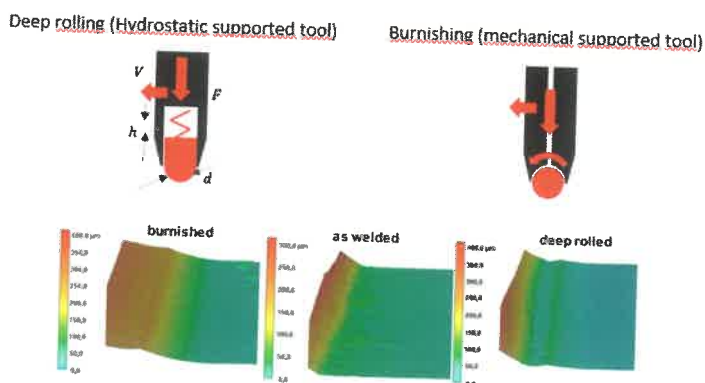
9. ábra: A lézer, a MIG és a hibrid hegesztés összehasonlítása

A C-XIII a Hegesztett elemek és szerkezetek fáradása Bizottság július 12-14. között ülésezett. Az ülések keretében 24 dokumentum került ismertetésre, melyek közül az alábbi hármat emeljük ki.

1. Jan SCHUBNEL, Majid FARAJIAN, Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials (IWM), Freiburg, Germany: XIII-2885-2021, Fatigue Improvement of Aluminium Welds by Means of Deep Rolling and Burnishing

A mélyhengerlés az iparilag széles körben elterjedt mechanikus felületkezelési eljárás az érdesség és a fáradásállóság javítására. Az eljárást azonban még nem tekintették potenciális módszernek a hegesztett kötések mechanikus utókezelésére. Még a hegesztés nélküli alkatrészek esetében is jól ismert a mélyhengerlés lehetősége a fáradási szilárdság növelésére. Ezért a mélyhengerlés (hidrosztatikus szerelésű szerszám) és a polírozás (mechanikus szerelésű szerszám) hatását a tompavar-

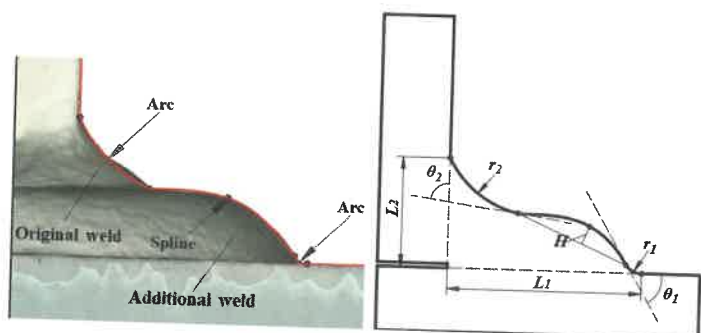
ratok fáradási szilárdságának növelésére engedélyezték ebben a munkában az AlMg4,5Mn0,7 alumíniumötvözet esetében (EN AW 5083). Ehhez fáradási tesztekkel végeztek teljes szakítóterhelés mellett hegesztett és mélyhengerelt, polírozott és ultrahangos ütéskezelt körülmények között. A különböző maradó feszültségi állapotokat, valamint a keményedési állapotokat mélyhengerelt és csiszolt állapotban határozzák meg. Mindkét folyamat esetében azonban hasonló és jelentős fáradási élettartam-javulást határoztak meg.



10. ábra: Hidrosztatikus és mechanikus szerszám mélyhengerlésre

2. Yixun WANG, Seiichiro TSUTSUMI, Osaka University, Japan: XIII-2907-2021 Fatigue Life Extension by Additional Weld and its Assessment by High-Performance SCF Formula Considering Spline Bead Profile

A hegesztett kötések fáradási élettartamának meghatározására a meglévő S-N görbék a hatékony bemetszéses igénybevételnek köszönhetően csökkent pontosságuk lehetnek átlapolott kötéseknel a geometriák túlzott egyszerűsítése miatt. Jelen munka javasolja a feszültségkoncentrációs tényező (SCF) paraméteres

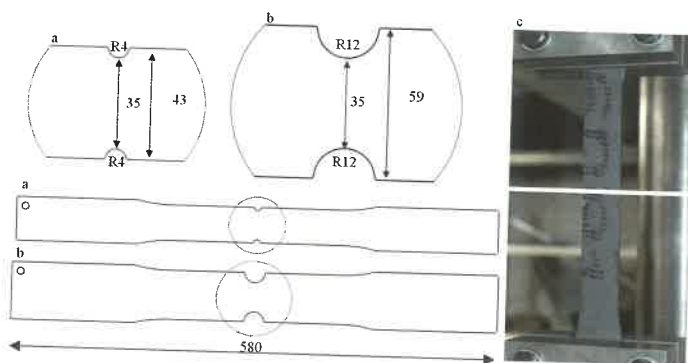


11. ábra: Spline modell kiterjesztve a kiegészítő hegesztésre
a) kiegészítő hegesztés a spline-hoz közelítve
b) kiegészítő hegesztés módosított spline modellje

képleteit hegesztett kötésekhez a spline modell alapján, amelyekkel a tényleges bemetszési feszültség pontosan kiszámítható a fáradási ellenállás értékeléséhez. A spline modellt úgy is módosítják, hogy alkalmazható legyen a további hegesztésre. A hegesztett és a kiegészítő hegesztett minták fáradási ellenállását a geometriai hatások és a hegesztési profilok figyelembevételével értékelték. Az eredmények azt mutatják, hogy az SCF-ek hibája a javasolt képletek szerint bizonyítottan kisebb, mint 5%. A kiegészítő hegesztés akár 9,4-szeresére is megnövelheti a fáradási élettartamát, főleg azért, mert a varratgyök sugarának és a varratszélességnek a növelése kisebb SCF-hez vezet.

3. Kalle LIPIÄINEN, Shahriar AFKHAMI, Antti AHOLA & Timo BJÖRK, Laboratory of Steel Structures, Lappeenranta-Lah-ti University of Technology, Finland: On the geometrical notch and quality effects on the fatigue strength of ultra-high-strength steel cut edges

Ebben a vizsgálatban kísérleti fáradásvizsgálatokat végeztek az S960 és S1100 acélminőségű, lézervágással készült geometriákhoz. Fáradási teszteredményeket hagyományos névleges feszültség módszerrel elemezték annak érdekében, hogy összehasonlítsák a fáradási viselkedést a meglévő szabványokkal. A végelemek alapján helyi feszültség módszer érvényesnek bizonyult a bemetszett és a bemetszés nélküli fáradási szilárdság értékeléséhez. A helyi ciklikus viselkedést magában foglaló 4R módszer alkalmazást vezettek be és használták együtt a maradó feszültségek, a helyi anyagtulajdonságok és a 3D-szen-nelt valódi felületminőség, valamint a bevágás-geometria okozta feszültségek figyelembevételével.



12. ábra: Bemetszési geometriák

(a) $d = 8$ mm és

(b) $d = 24$ mm és

(c) tesztekhez,

S960-as anyag esetén

HÍREK

Location	Specimen Type	Material	Residual stress [MPa]	FWHM [°]
Un-notched	Laser cut	S1100	-23	4.9
Notched	Laser cut	S1100	115	5.2
Notched	Machined	S1100	-63	3.3
Machined surf.	Laser cut & machined	S1100	-442	3.8
Un-notched [5]	Laser cut	S960	269	4.0
Notched 8mm	Laser cut	S960	311	3.9
Notched 24mm	Laser cut	S960	323	3.9
Notched 8mm	Machined	S960	-42	3.5
Notched 24mm	Machined	S960	43	3.4

1. táblázat: Hegesztési maradó feszültség mérések különböző anyagminőségek esetén

Az IIW soron következő Közgyűlésére 2022. július 17-22. között Tokióban kerül sor.

Összességében megállapítható, hogy a 74th IIW Annual Assembly programsorozatán résztvevő hazai szakemberek sikeresen képviselték a hazai hegesztési közösséget, bemutatták a kutatási eredményeiket. Bár a COVID-19 világjárvány a személyes találkozókát nem tette lehetővé, azonban az online formában lebonyolított rendezvény lehetőséget biztosított az ismeretek átadásához és a fejlesztési irányok megvitatásához.

Bízunk benne, hogy soron következő IIW rendezvényen már a hagyományos formában képviselhetjük Magyarországot. Az IIW Bizottságok és munkacsoportok dokumentumai a MAHEG delegált szakemberei révén érhetők el elektronikus formában.

Borhy István
Dr. Dobránszky János
Dr. Jármai Károly
Tóth Tamás
Dr. Gáti József

75th IIW 2022 Annual Assembly and International Conference
17th – 22nd July Tokyo, Japan

IC theme: Innovative Welding and Joining Technologies for carbon neutrality and Sustainable Development

Common theme

Collaborated Event

Collaborative Expo Corner in
2022 Japan International Welding Show
13th – 16th July Tokyo, Japan

Hosted by JWS JWES IIW

19th July, 2021

13. ábra: 75th IIW Annual Assembly and Internatinal Conference

Rövid beszámoló a Hegesztési Felelősök 22. Országos Tanácskozásáról

Mindenek előtt itt köszönjük meg minden résztvevőnek és előadónak hogy jelen voltak ezen a minden évben megszervezett országos tanácskozáson. Külön köszönet illeti két levezető elnökünknek Fülöp Zsoltnának és Gyura Lászlónak akik évente szakmai hozzáértéssel irányították konferenci-

áinkon elhangzott előadásprogramot. Az ezévi konferencia végén ígéretet tettünk, hogy a chatfelületen feltett kérdésekre -ha ott azokra nem kaptak szükséges és elégséges válaszokat a kérdésseltevők- ebben a 4. számban teret adunk a válaszokra. Úgy tűnik mindenki megkapta a megfelelő vá-

laszt mert nem jelent meg a chatfelületen nyitott kérdés.

Felhívom azonban a hozzáférési kóddal rendelkezők figyelmét, hogy amennyiben kéri az érdeklődő, az MHE titkárságon megkérheti hogy az előadást vagy előadásokat e mailben megküldjük.

Beszámoló a Nemzetközi Hegesztési Intézet rendkívüli közgyűléséről

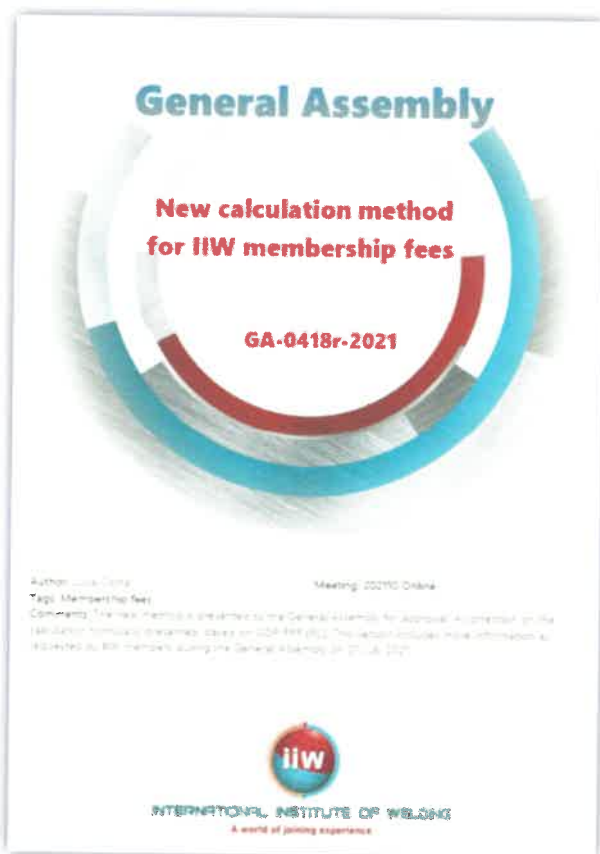
Luca Costa IIW ügyvezető igazgató kereste meg a MAHEG-et, mint az IIW magyar tagszervezetét, hogy jelöljön ki delegátusokat az összehívandó rendkívüli online közgyűlésre, melynek előzménye, hogy a 2021. július 7-én megrendezett rendes közgyűlés nem fogadta el az akkor javasolt, de részleteiben nem ismert új tagdíjszámítási módszert. Közgyűlési résztvevőként hivatalból dr. Gáti József MAHEG elnök, Prof. Jármái Károly MAHEG IIW MNB elnök és Borhy István MAHEG IIW MNB titkár személye került kijelölésre, szavazati joggal egy fő rendelkezhetett, mely joggal Prof. Jármái Károly, az IIW MAHEG Magyar Nemzeti Bizottság elnöke került felhatalmazásra, előzetes, és prompt egyeztetést követően.

A 2021. október 27-ei IIW rendkívüli online közgyűlés (General Assembly) ülésén David Landon IIW elnök tartott bevezetőt, melynek során hangsúlyozta, hogy nem volt olyan szándék, hogy az új tagdíjakkal a gazdag országok kevesebbet, a szegények pedig többet fizessenek.

Az első szavazás a 2021. július 7-ei közgyűlés jegyzőkönyv-tervezetének elfogadására (GA-0426-2021) irányult,

mely tartalmazta a szavazás eredményei is. Itt szépség-hibaként jelentkezett, - amit Kurt Lundin delegátus vetett fel, - miszerint az ő jegyzetében más számok szerepelnek, mint a jegyzőkönyvben. Luca Costa indoklása szerint online hálózati problémák voltak, ezért van eltérés a két adat között.

David Landon IIW elnök ismertette az új, javasolt IIW tagsági díj számítási módszert (GA-0418r-2021). A számok azt mutatták, hogy új tagdíjaknál a gazdag országok kevesebbet, a szegények pedig többet fizetnek. Ez vitát indított el, melynek során több ország hozzászólója támogatta az előterjesztést, míg a skandináv országok küldöttei között többen hozzászóltak vitatva az előterjesztés helyességét. Az elnök nagyon határozottan elutasította ezen felvetéseket, utalva a bevezetőjére, miszerint ilyen szándék nem volt. A vita során javaslat fogalmazódott meg arról, hogy csak egy évre fogadja el a mód-



szert a közgyűlés, és utána finomításra kerülhet a tapasztalatok alapján, de elvetették. Végül 20 igen, 12 nem és 8 tartózkodás mellett az új számítási módszer elfogadásra került, Magyarország képviselői nemmel szavaztak.

HÍREK

- A számítás menete:
1. A tagdíjak teljes összege a költségvetésből ismert. A teljes fix díj kiszámítása az összes ország fix díjának összeadásával történik. Ezután a teljes változó díjat a különbözet határozza meg (TVariableFee).
 2. A nyersacél felhasználás országokénti értékeit a legutóbbi három év átlagában gyűjtik (CountryCrudeSteelConsumption).
 3. A nyers fogyasztás átlagos értékeit a hegesztési alkalmazásokban való acélfelhasználás becslésére szolgáló paraméter alapján korrigálják, és adott esetben korlátozzák (Countryweldingsteel).
 4. A teljes becsült acélfelhasználást az összes IIW-tagországra a felső határértékek összegzésével számítják ki (Twelding steel).
 5. A GDP PPP (PC) értékeit összegyűjtik, és adott esetben korlátozzák (CountryGDP PPP (PC)).
 6. A GDP PPP (PC) teljes összegét az összes IIW tagállamra vonatkozóan a felső határértékek (TGDP PPP (PC)) összegzésével számítják ki.
 7. Minden ország esetében a változó díj kiszámítása a következő arányos képlettel történik a GDP PPP (PC) súlya alapján (WGDP PPP (PC)):

$$\frac{100 - W_{GDP\ PPP\ (PC)}}{100} \times \frac{Countrywelding\ steel \times T_{variable\ fee}}{T_{welding\ steel}} + \frac{W_{GDP\ PPP\ (PC)}}{100} \times \frac{CountryGDP\ PPP\ (PC) \times T_{variable\ fee}}{T_{GDP\ PPP\ (PC)}}$$

A paraméterek meghatározása az alábbiak szerint történik:

Budgeted income (k€)	475,506	461,241	-3.0%	Reduction of 3% (see IIW budget 2022)
Fix amount per Each RMS (€)	3,000	3,000	0%	Unchanged
Fixed amount per supp. MS in a country	500	500	0%	Unchanged
Correction on steel usage for welding applications	-	50%	-	New parameter
Cap on steel consumption	42,000	-	-	Unchanged not used anymore
Cap on estimated steel usage for welding (kTons)	-	21,000	-	New parameter, calculated on previous value based on the correction for steel use
Cap on GDP PPP (PC)	-	60,000 int\$	-	New parameter
Weight of GDP PPP (PC)	-	10%	-	New parameter

A részletes számítási eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze:

# Member Societies	IIW Members Country	Data steel usage in welding				GDPPPP Per Capita			Fixed part	Variable Part 10% weight of GDP PPP (PC)	IIW Membership fee
		Averaged steel consumptions (2017-2019)	Estimated steel usage	Capped	Weighted %	2019	Capped	Weighted %			
1	Australia	6,068	1,031	1,031	0.94%	53,181	53,181	1.01%	3,000 €	1,461 €	6,465.00 €
2	Austria	4,659	2,130	2,130	0.72%	60,416	60,000	1.41%	3,500 €	2,986 €	6,486.00 €
3	Belgium	4,326	2,151	2,151	0.67%	56,345	56,349	1.20%	3,000 €	2,775 €	5,775.00 €
1	Bulgaria	1,341	671	671	0.21%	25,312	25,312	1.44%	3,000 €	998 €	3,998.00 €
1	Cameroon	218	109	109	0.03%	3,804	3,804	0.22%	3,000 €	117 €	3,157.00 €
1	Canada	16,594	8,297	8,257	2.57%	51,669	51,669	2.53%	3,000 €	7,858 €	10,858.00 €
1	China	860,850	430,425	21,000	6.50%	16,804	16,804	0.95%	3,000 €	17,935 €	20,935.00 €
1	Croatia	851	425	425	0.13%	31,131	31,131	1.77%	3,500 €	891 €	4,391.00 €
1	Cyprus	321	162	162	0.05%	41,254	41,254	2.34%	3,000 €	843 €	3,843.00 €
1	Czech Republic	8,208	4,104	4,104	1.27%	44,396	44,296	2.52%	3,000 €	4,208 €	7,208.00 €
1	Denmark	1,349	781	781	0.24%	62,090	60,000	1.41%	3,500 €	1,688 €	5,188.00 €
1	Finland	2,036	1,018	1,018	0.62%	53,172	53,172	1.02%	3,000 €	1,767 €	4,767.00 €
1	France	15,711	7,866	7,866	2.43%	50,993	50,993	2.90%	3,500 €	7,483 €	10,983.00 €
1	Germany	40,570	20,375	20,375	6.30%	57,330	57,330	1.27%	3,000 €	18,107 €	21,107.00 €
1	Ghana	875	437	437	0.14%	5,652	5,652	0.32%	3,000 €	464 €	3,464.00 €
1	Greece	1,459	729	729	0.23%	32,506	32,506	1.85%	3,000 €	1,170 €	4,170.00 €
1	Hungary	3,547	1,574	1,574	0.49%	34,966	34,966	1.99%	3,000 €	1,923 €	4,923.00 €
1	India	104,751	52,376	21,000	6.50%	6,997	6,997	0.40%	3,000 €	17,767 €	20,767.00 €
1	Indonesia	17,855	8,928	8,928	2.76%	12,131	12,131	0.70%	3,000 €	7,131 €	10,131.00 €
1	Iran	21,481	10,741	10,741	3.32%	12,938	12,938	0.73%	3,000 €	9,248 €	12,248.00 €
1	Italy	26,811	13,407	13,407	4.15%	45,723	45,723	2.60%	3,000 €	12,049 €	15,049.00 €
1	Japan	70,379	35,190	21,000	6.50%	43,594	43,594	3.49%	3,500 €	18,394 €	21,894.00 €
2	Kazakhstan	2,864	1,432	1,432	0.44%	77,518	77,518	1.36%	3,500 €	1,674 €	5,174.00 €
1	Korea	56,714	28,357	21,000	6.50%	44,011	44,011	2.50%	3,000 €	18,401 €	21,401.00 €
1	Malaysia	11,018	5,509	5,509	1.70%	29,620	29,620	1.68%	3,000 €	5,137 €	8,137.00 €
1	Mexico	28,510	14,255	14,255	4.41%	20,944	20,944	1.19%	3,000 €	12,338 €	15,338.00 €
1	Morocco	1,349	675	675	0.52%	7,826	7,826	0.44%	3,000 €	1,541 €	4,541.00 €
1	Netherlands	6,061	3,031	3,031	0.94%	63,289	60,000	1.41%	3,000 €	3,575 €	6,575.00 €
1	New Zealand	950	475	475	0.15%	45,382	45,382	2.58%	3,000 €	1,177 €	4,177.00 €
1	Nigeria	1,320	760	760	0.24%	5,363	5,363	0.30%	3,000 €	730 €	3,730.00 €
1	Norway	1,205	603	603	0.19%	70,006	60,000	1.41%	3,000 €	1,535 €	4,535.00 €
1	Pakistan	7,509	3,755	3,755	1.16%	4,898	4,898	0.28%	3,000 €	1,299 €	6,299.00 €
1	Poland	16,044	8,022	8,022	2.48%	35,165	35,165	2.00%	3,000 €	7,344 €	10,344.00 €
1	Portugal	2,818	1,419	1,419	0.44%	37,918	37,918	2.15%	3,000 €	1,842 €	4,842.00 €
2	Romania	4,734	2,367	2,367	0.73%	33,340	33,340	1.89%	3,500 €	2,502 €	6,002.00 €
2	Russia	49,371	24,686	21,000	6.50%	29,181	29,181	1.66%	3,500 €	18,147 €	21,647.00 €
1	Serbia	1,332	666	666	0.21%	19,495	19,495	1.11%	3,000 €	894 €	3,894.00 €
1	Singapore	3,317	1,669	1,669	0.52%	101,489	60,000	1.41%	3,000 €	2,430 €	5,430.00 €
1	Slovak Republic	2,823	1,412	1,412	0.44%	33,516	33,516	1.90%	3,000 €	1,761 €	5,261.00 €
1	Slovenia	1,241	621	621	0.19%	42,431	42,431	2.41%	3,000 €	1,249 €	4,249.00 €
1	South Africa	5,105	2,553	2,553	0.79%	13,034	13,034	0.74%	3,000 €	2,348 €	5,348.00 €
1	Spain	14,739	7,370	7,370	2.28%	43,496	43,496	2.47%	3,000 €	9,938 €	12,938.00 €
1	Sweden	4,512	2,256	2,256	0.70%	56,832	56,832	3.22%	3,500 €	2,867 €	6,367.00 €
1	Switzerland	2,989	1,494	1,494	0.46%	72,736	60,000	1.41%	3,000 €	2,284 €	5,284.00 €
1	Thailand	20,988	10,494	10,494	3.25%	19,277	19,277	1.09%	3,000 €	9,149 €	12,149.00 €
1	Tunisia	840	420	420	0.15%	5,122	5,122	0.64%	3,000 €	588 €	3,588.00 €
1	Turkey	32,850	16,425	16,425	5.08%	28,133	28,133	1.60%	4,000 €	14,294 €	18,294.00 €
1	Ukraine	5,304	2,652	2,652	0.82%	13,341	13,341	0.76%	3,000 €	2,437 €	5,437.00 €
1	United Kingdom	11,726	5,863	5,863	1.81%	49,932	49,932	2.84%	3,000 €	5,782 €	8,782.00 €
1	United States	110,048	55,024	21,000	6.50%	65,298	60,000	1.41%	3,500 €	18,674 €	22,174.00 €
1	Viet Nam	25,546	12,783	12,783	3.96%	8,197	8,197	0.48%	3,000 €	10,896 €	13,896.00 €
Total 51 Member Countries 64 Member Societies		2,642,461	821,230	123,175	100.00%	1,813,609	1,760,487	100%	159,500	290,136	€ 461,241.00

Dr. Gáti József

Borhy István

Prof. Dr. Jármai Károly

David Landon IIW Elnök halála



2021. november 16.-án érkezett a szomorú hír, hogy David Landon, a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) elnöke feladatának ellátása közben tragikus hirtelenséggel elhalálozott. Az IIW Igazgatósága és nemzetközi közössége egy karizmatikus vezető és egy barát elvesztését gyászolja.

David Jay Landon 1958. május 28-án született Rochesterben, Michigan államban (USA). Hegesztőmérnöki diplomáját 1981-ben szerezte meg a LeTourneau Egyetemen (Longview, Texas (USA)). Több mint két évtizeden keresztül a Vermeer Corporation hegesztési menedzsereként dolgozott. 2007 és 2017 között az American Welding Society (AWS) igazgatótanácsának tagjaként tevékenykedett, majd 2020-ben az IIW elnökévé választották 3 éves időtartamra.

Elnöksége alatt a COVID-19 világjárvány következtében az IIW-nek számos – eddig még nem tapasztalt – nehézséggel kellett szembenéznie. Bölcsessége, tisztánlátása és a nemzetközi hegesztési közösség iránti elkötelezettsége segített elhárítani az akadályokat.

Az IIW online megemlékező ülést tart 2021. december 14-én, melyen a Magyar Hegesztési Egyesületet Dr. Gáti József elnök, Prof. Jármai Károly IIW MNB elnök és Borhy István IIW MNB titkár képviseli. Emlékét megőrizzük!

Az IIW Igazgatósága az Alapszabályban biztosított felhatalmazással élve – átmeneti intézkedésként – Sorin Kellert, a svájci SVS-ASS igazgatótanácsának tagját választotta megbízott elnöknek a soron következő 2022. júliusi havi IIW Közgyűlésig.

XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferencia

A Magyar Hegesztési Egyesület MHE-vel, a MAROVISZ-al, és a MAGÉSZ-al együttműködésben a Neumann János Egyetem partnerségével, **2022. május 19-21.** között megrendezi a XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferenciát Kecskeméten.

A szervezők a kétévente megrendezésre kerülő konferencia tematikájának középpontjába „**A kötés-, a termikus és vízsugaras vágás -technológiák korszerű anyagai és eljárásai az IPAR 4.0 tükrében**” kérdéskört helyezték. A konferencia szakmai területei az alábbiak

- Korszerű hegesztési, termikus-, és vízsugaras vágási eljárások és eljárásváltozatok
- Additive Manufacturing (3D fémnyomtatás)

- Automatizálás és robottechnológia
- Digitalizáció, az okos gyár
- Modelllezés és szimuláció
- Hegesztett kötések és szerkezetek vizsgálata
- Nagyszilárdságú acél- és alumínium ötvözetek hegesztése
- Nemfémes szerkezeti anyagok kötéstechnológiái
- Hegesztett termékek beszállítói tapasztalatai.

A szakmai programot a konferencia fő témaköréhez kapcsolódó plenáris jellegű, a Programbizottság által felkért előadók előadásai (25-30 perc időtartamban), bejelentkezett előadások (15-20 perc időtartamban), és szakterületi fórumok képezik.

A konferencia 2022. május 19-én, csütörtökön délelőtt fakultatív a házigazda

Neumann János Egyetem a laboratóriumi helyszíni látogatásával kezdődik, amelyet csütörtök délután, péntek egész nap, valamint szombat délelőtt szekcióülések követnek a későbbiekben kiadásra kerülő program szerint.

A konferencia a hagyományoknak megfelelően alkalmat biztosít a MAHEG által kiírt diplomafeladat pályázatok díjainak, valamint az Egyesület elismeréseinek ismertetésére, azok személyes átadására. Az előadásokat követően mód lesz szakmai vitára, észrevételek felvetésére.

A rendezvény helyszíne: Neumann János Egyetem, 6000 Kecskemét, Izsáki út 10. A konferencia helyszíne közelében található szálláslehetőségek, az aktuális információk és letölthető jelentkezési lap a <http://maheg.hu/> felületen érhető el.

Ipari gázok ankét az Óbudai Egyetemen

A Magyar Hegesztési Egyesület, a Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnika Mérnöki Kar, valamint a Bánki Donát Szakkollégium Hegesztő Szakműhelyének közreműködésével 2021. november 4-én rendezte meg a „Ipari gázok” című Ankétot. Közel másfél év után először személyes megjelenés mellett lebonyolított programot a Linde Gáz Magyarország Zrt. és a Messer Hungarogáz Kft., valamint az MHE Hegesztő és anyagvizsgáló szakma támogatásáért Alapítvány támogatta.

Az Ankétra több mint 60 fő regisztrált, a résztvevők között hegesztő szakembereket, hegesztő üzemek vezetőit, felelős hegesztőit, a felsőoktatási intézmények hallgatóit köszönthette megnyitójában Dr. Gáti József, a MAHEG elnöke, majd ismertette a szakmai programot.

Kristóf Csaba vezette első szekció a láng hevítési eljárások témaköréből a lánggyengetés, a lángvágás és a gázellátás témakörét taglalta. Gyura László, Dr. Balogh András, és Dr. Gáspár Marcell szerzőhármassal nevével jelzett előadásban **Gyura László** a Linde Gáz Magyarország Zrt.-ben végzett kutatási tapasztalatokat osztotta meg „Éghető gázok jelentősége lánggyengetésnél” címmel. Bevezetőben összefoglalta a lánggyengetés alapjait, jellemző megjelenési formáit, utalt a javasolt maximális hőmérsékletére és az alkalmazható gázfajtákra, illetve jellemzőikre.

Az előadás további részében ismertette a Miskolci Egyetemen lefolytatott doktori eljárása során „Lángtechnológiák hatása a nagyszilárdságú acélok tulajdonságaira” című értekezésében végzett

hőszimulációs kísérleteit, összefoglalva azok eredményeit. Számos metallográfiai felvétellel, kísérleti adatok grafikus feldolgozásával illusztrált előadás zárásaként az előadó az ipari gyakorlatra vonatkozó javaslatokat is megfogalmazott.

Gyura László és Dr. Gáti József közreműködésével készült előadásában **Kuti János** (Óbudai Egyetem) a „Növelt szilárdságú acélok lángvágásának tapasztalatai különböző éghetőgázok alkalmazásával” címmel osztotta meg a tapasztalatokat. Felvázolta a növeltszilárdságú acélok szövetszerkezetéből adódó veszélyeket a lángvágás során. Bemutatta a vékony lemezeken végzett kísérleteinek eredményeit, a vágás során tapasztalható keménység változásokat és a szövetszerkezeti változásokat. Előadása végén a kísérletek alapján gyakorlati megállapításokat tett.

A MESSER Hungarogáz Kft. műszaki alkalmazásaiba engedett betekintést **Halász Gábor**, a „Termikus vágástechnológiák ipari gázai és gázellátó rendszerei” című prezentációjában, mely bevezetőjében áttekintette a Messer és a Messer Hungarogáz rövid történetét, összehasonlította a termikus vágási eljárások előnyeit, és hátrányait, majd gyakorlati példákkal illusztrálta a láng-, a plazma-, és a lézervágó berendezések gázellátását, azok módjait, utalva az alkalmazások gáztípusokra és azok jellemzőire.

A kávészünetet követően a 2. szekció első előadását **Abaffy Károly** (Linde Gáz Magyarország Zrt.) tartotta „Gázellátó rendszerek távfelügyeleti lehetőségei” címmel. Az előadó bemutatta az ipari nagy

teljesítményű gázforrások, gázellátó rendszerek felépítését, azok elemeit, a telemetriai eszközöket és a web alapú alkalmazás lehetőségeit. Áttekintette a riportálási módokat, külön kitért a DigiGas palackos/palackköteges központi gázellátásra, annak fizikai megvalósítására, a felhasználó által a rendszerből hozzáférhető információkra. Befejezésül ismertette a palackos és cseppfolyós gázok bizonylatolását, az online analízátor koncepcióját és működését.

Kristóf Csaba (MAHEG Hegesztés Munkavédelme Bizottság vezetője) „Gázpalackok és tartályok biztonságos kezelése és tárolása hegesztőüzemekben. A GBSZ és a HBSZ áttekintése” címmel foglalta össze a címben szereplő aktuális információkat. Bevezetőben megemlékezett néhai dr. Visontai Istvánról, aki munkássága során jelentős szerepet vállalt a láng hevítési eljárások biztonságának szabályozása, gyakorlati megteremtése terén.

Áttekintette az érvényes jogszabályi hátteret, a biztonság elemeit, a hegesztő munkaeszközök és a hegesztési gázellátó rendszerek biztonságos, egészséget nem veszélyeztető létesítésére és használatára kiterjedő, újonnan megfogalmazott Hegesztés Műszaki Biztonsági Szabályzat (HMBSZ) alapelveit, felépítését. Utalt az új HMBSZ elemeire, így különösen kiemelve a hegesztő munkahely létesítésének biztonsági követelményeit, a tűz- és robbanásveszélyt, a személyi feltételeket, a hegesztés biztonsági ismeretek-, és a tűzvédelmi szakvizsgát. Zárásként röviden összegezte a Szakági Műszaki Biztonsági Szabályzatokat.





Az Ankét záró „A védőgázos hegesztés jövője egy ipari gázgyártó szemszögéből” című előadásának bevezetőjében **Halász Gábor** (MESSER Hungarogáz Kft.) összefoglalta a védőgázok hegesztési technológiát befolyásoló jellemzőit, a kiválasztási szempontokat, az egyes típusokat. Védőgázos hegesztési eljárásonként áttekintette védőgázok és gázkeverékek jellemzőit, az anyagátmenet módozatait, majd betekintést adott a hegesztési védőgázok alkalmazásának fejlődésébe, op-

timatizálásába. Számos képpel illusztrált előadásának zárásaként ismertette a korszerű töltési technológiákat, a gázellátás különböző formáit, valamint összegezte a gázellátás új kihívásait.

A programban szereplő előadásokat követően lehetőség nyílt hozzászólásokra, tapasztalatcserére, melynek során a résztvevők az elhangzottakhoz kapcsolódóan cserélték ki véleményüket, osztották meg saját gyakorlatukat, ismereteiket.

A szekció és az Ankét végét jelző értékelő zárszavában Gáti József eredményesnek ítélte a találkozót. Röviden szólt az Egyesület terveiről, kiemelte közülük a november 18-20. között lebonyolításra kerülő 41. Balatoni Ankétot, a MAHEG december 15-ei évzáró ülését, valamint a 2022. májusában Kecskeméten sorra kerülő XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferenciát. A rendezvény a szendvicseben kötetlen baráti beszélgetés zárult.

Dr. Gáti József
Kuti János

Magyar Hegesztési Egyesület kitüntetéseinek átadása Miskolcon

A XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferencia online lebonyolítása miatt a MAHEG Elnöksége által odaítélt kitüntetések egy csoportjának személyes megjelenés melletti átadására került sor október 14-én.

Az Egyesület által alapított kitüntetések januári „virtuális átadását” követően az Egyesület érdekeinek előmozdításában és az emberi értékek gyarapításában kifejezett példamutató tevékenységet végzettek elismerésére került sor Miskolci Egyetem Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézetének könyvtárában.

Az eseményen **Dr. Lukács János** egyetemi tanár, intézetigazgató, hegesztő szakmérnök **Zorkóczy Béla Emlékérmet** vehetett át közel 40 éves, a hegesztés és anyagvizsgálat terén végzett kiemelkedő oktatói, és tudományos, valamint közéleti tevékenysége elismeréséül.

Az Elnökség **Magyar Hegesztésért kitüntető oklevelet** adományozott **La-**

josházi László gépészmérnök, hegesztő szakmérnök részére a vasúti járművek és részegységek gyártása és karbantartása, a hegesztési felelős munkakörben végzett, valamint szakmai közéleti tevékenysége elismeréséül.

A meghirdetett szakdolgozat-diplomafeladat pályázat eredményeként a Miskolci Egyetem korábbi hallgatója, **Kovács Judit**, „A 7075-T6 nagyszilárdságú alumínium ötvözet hőhatásövezete tulajdonságainak elemzése fizikai szimulátorral” című mesterképzési diplomafeladatáért részesült **Rittinger János**

Díjban. Témavezető: Dr. Gáspár Marcell egyetemi docens, konzulens: Raghawendra Sisodia tudományos segédmunkatárs, PhD hallgató. Az oklevél mellé a Rechen Hegesztőház Kft. által felajánlott értékes díjat, egy inverteres áram-

forrást, és a Cokom Kft. felajánlásaként, Dr. Gáti József szerkesztette Hegesztési zsebkönyvet vehetett át.

Néhai **Dr. Komócsin Mihály** egyetemi docens, a hegesztés és anyagtudomány terén végzett kiemelkedő oktató és tudományos tevékenysége, a hegesztés nemzetközi képviselése terén végzett munkássága, életműve elismeréséül odaítélt posztumusz **Életmű díj** átadására – a Család képviselőjének akadályoztatása miatt – későbbi időpontban kerül sor.

Dr. Gáti József





WELDOTHERM KFT.
HEGESZTÉSTECHNIKA
HŐKEZELÉS



High-tech Németországban **High-tech Magyarországon**

Egyenletes hőbevitel függetlenül a munkadarab tömegétől.
A folyamatosan mért hőfokváltásnak és a programvezérlésnek
köszönhetően a hőfokeltérés a teljes fűtési tartományban kisebb mint 1%.
Folyamatos hőfokregisztrálás, kiforrott, bevált technológia.

Több évtizedes szakmai múlttal párosítva = WELDOTHERM

WELDOTHERM Hőtechnikai és Kereskedelmi Kft.
8400 Ajka, Gyár u. 40. Telefon/Fax: 06-88/213-934, 213-935

TEDD A CSAPATODAT ERŐSEBBÉ.

EGYSZERŰ AUTOMATIZÁLÁS COBOTTAL.

Fedezze fel a kollaboratív hegesztést a Cobot hegesztési csomaggal. Ideális kisebb és közepes szériák gyártására. Gyors üzembe helyezés, egyszerű kezelés, tökéletes eredmény

VALÓS LORCH.



www.lorch-cobot-welding.com

További információ az Ön helyi Cobot-partnerétől:

Kelet-Magyarország:
RECHNEN
www.rechnen.hu

Közép-Magyarország:
HEINBO
www.heinbo.hu

Nyugat-Magyarország:
LrCH
www.lrch.hu

LORCH
smart welding

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémekeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
MSZC Andrassy Gyula Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Miskolc	Molnár Péter	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszakécske	Csóke Róbert	76/542-130
Arany és Társai Hegesztőiskola Kft.	Szekszárd	Arany János	74/416-204
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	Tiszaújváros	Gerőcs Péter	49/322-523
DUNAGÁZ Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
Kaposvári SZC Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Krénus Ernő	82/419-246
EU-ARK Mérnökség Kft.	Felsőzsolca	Halász Csaba	46/584-363
Szekszárdi SZC Eszterházy Miklós Szakképző Iskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MEZEI. M-WELD Kft.	Paks	Mezei Mihály	30/331-6607
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
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-6388
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	30/311-4831
SZTÁV Felnttkepző Zrt.	Budapest	Szűcs Jenő	20/773-4092
BGSZC Szily Kálmán Műszaki Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma	Budapest	Bujdosó Balázs	1/280-6382
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	20/279-0944
Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Szakgimnáziuma és Szakiskolája	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-1313
Szegedi SZC Móravárosi Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Szeged	Vetro István	62/551-541
FGF Kereskedelmi és Képviseleti Bt.	Budapest	Magony László	1/363-6959
Dunaújvárosi Egyetem Műszaki Intézet Hegesztőképző Bázis	Dunaújváros	Hájas Zoltán	25/551-100

Aktualizálva 2021.11.11.

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	1/252-0232
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingner Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559

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	Veszélák Olivér	20/326-4291
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Hidra Felnttkepző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	20/965-5551
AGMÜSZK 2000 Kft.	Szekszárd	Bánki Ede	20/964-4860
SIEMENS Zrt.	Budapest	Ficzere Krisztián	30/218-7783

Aktualizálva: 2021.06.03.

**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)	2024. január 18.
	Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)	
	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2026. január 21.
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft., Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP)	2026. január 20.
	Nemzetközi Hegesztő (IW-T)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-E)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-G)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	
Miskolci Egyetem Mentorius Tudás és Képző Központ	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2023. szeptember 29.
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervtőlőmérnök (IWS)	2023. szeptember 29.
	EWP-RW	2024. május 21.
	EWS-RW	
	IMW-B, IOW-B, IRW-B, IRW-C, IMORW-C	
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	Regisztráció
	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2024. július 22.
MHtE Akadémia	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2022. október 29.
	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.

Aktualizálva: 2021.11.11.

MHtE Akadémia - 2022. képzési terv

Képzés megnevezése	Kezdési időpontok és egyéb információk	Árak	Célcsoport
Alapismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-B) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 150.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 70.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWP/EWP végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Általános ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-S) tanfolyam	2022. január 21. Jelentkezési határidő: 2022. január 14.	Tanfolyam díja: 225.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWS/EWS végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu	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)

Aktualizálva: 2021. 11.11.



WELDONE

BOOSTING INNOVATION IN WELDING TRAINING

Technikai képzés "WELDONE módon"

Alternatív pedagógiai
megközelítések alkalmazása és
a kulcskompetenciák
fejlesztésének beágyazása a
műszaki tantárgyak képzésébe.



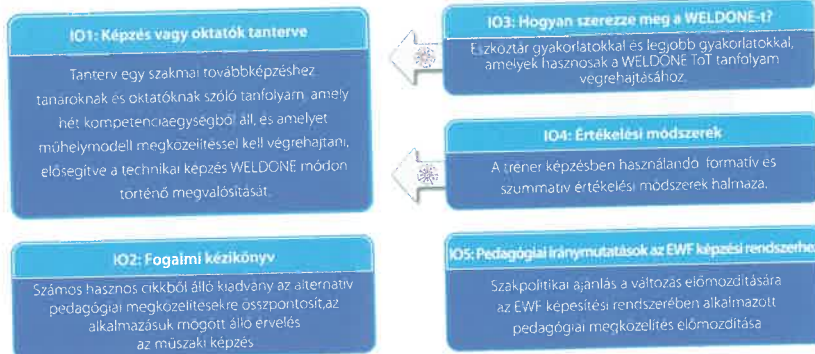
A PROJEKT IDŐTARTAMA szept. 2019 – máj. 2020

Ha Ön **tanár, oktató** vagy **pedagógus**, aki a hegesztési ágazatban vagy a STEM területen dolgozik, a WELDONE projekt Önnel szól!

A WELDONE célja, **hogya** a tanárokat, oktatókat és nevelőket képessé tegye az **innovatív és alternatív pedagógiai megközelítések és értékelési módszerek alkalmazására**, amelyek elősegítik az aktív tanulási környezetet, ahol a kreativitást és a kockázatvállalást ösztönzik, és a hibákat tanulási lehetőségként értékelik.

WELDONE eredmények

Az EWF képesítési rendszerben, más szakképzési és szakképzési szolgáltatókban és felsőoktatási intézményekben is megvalósítható, mivel ezek a következők:



A WELDONE

ToT tanterv felépítése

CU 1 - Többszörös intelligencia és tanulási stílusok

- Az EWF 4. szintjéhez igazítva
- 12 kontaktóra (vagy 24 órányi munkaterhelés)

CU 2 - Tanulóközpontú didaktika

- Az EWF 5. szintjéhez igazítva
- 10 kontaktóra (vagy 20 órányi munkaterhelés)

CU 3 - Játékosítás

- Az EWF 5. szintjéhez igazítva
- 14 kontaktóra (vagy 28 órányi munkaterhelés)

CU 4 - Digitális kompetenciák és digitális erőforrások használata

- Az EKKR 4. szintjéhez igazítva
- 12 kontaktóra (vagy 24 órányi munkaterhelés)

CU 5 - Új médiadidaktika: a közösségi médiák használata

- Az EKKR 5. szintjéhez igazítva
- 10 kontaktóra (vagy 20 órányi munkaterhelés)

CU 6 - Személyes, szociális és tanulási kompetencia

- Az EKKR 4. szintjéhez igazítva
- 11 kontaktóra (vagy 22 órányi munkaterhelés)

CU 7 - Vállalkozói kompetencia

- Az EKKR 4. szintjéhez igazítva
- 12 kontaktóra (vagy 24 órányi munkaterhelés)

WELDONE Rendezvények

- Tanulási tevékenységek
- Nemzeti tájékoztató szemináriumok
- WELDONE záró konferencia



További információk



/WELDONE-PROJECT.EU



/WELDONE.PROJECT



/SHOWCASE/WELDONE-BOOSTING-INNOVATION-IN-WELDING-TRAINING



/YOUTUBE.COM/CHANNEL/UCYPTYOZSUQMY_OVACE

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



A projekt az Európai Bizottság támogatásával valósult meg. Ez a kiadvány kizárólag a szerző nézeteit tükrözi, és a Bizottság nem tehető felelőssé a benne foglalt információk felhasználásáért.
Project nr. 2019-1-HR01-KA202-060814



www.weldone-project.eu

PARTNEREK:

#STRUKA

IEKEP

ASI





GER-APP Hírek

GER-APP – AZ INAKTIVITÁS NEM LEHETSÉGES

2021. november 8 és 12 között Gyön-
gyösön a Mátrai Hegesztéstechnikai Kft.
adott otthont **Az idők egész életen
át tartó tanulása** Erasmus+ projekt KA2
Partnerségi projekt személyes találkozá-
son alapuló partnertalálkozásának.

A projekt 4 szellemi kimenet (IO) eléré-
sét tűzte ki célul. A találkozó alkalmával
a horvát, szlovén és olasz partnerekkel
együttműködve mind a négy szellemi
kimenet fejlesztése, kidolgozása napi-
rendre került.

A első napon az **IO1** szellemi kimenet
**(Iránymutatások az idősebb kompe-
tenciák fejlesztéséhez)** részeként a
partnerekkel a következő fontos kérdé-
seket vizsgáltuk: Mit tudunk az örege-
désről (gerontológiai ismeretek)? Mit
mondanak nekünk az idők (munka
az időkkel)? Mit kell szem előtt tar-
tanunk, amikor tanulási lehetőségeket
fejlesztünk az idők számára (élet-
hosszig tartó tanulás és andragógiai
megközelítések)?

A partnerekkel együtt elkészítettük az
idők kompetenciáinak fejlesztésére
vonatkozó irányelvet.

A találkozó második és harmadik nap-
ján a **IO3** szellemi kimenet (**Tanterv - ok-
tatók/tanárok, idők-oktatók és idők-
oktatók önkénteseinek képzésére program
formájában**) került napirendre, amely
során az időkkel foglalkozó szakembe-
reknek és önkénteseknek szóló tanulási
tartalmak készítéséről beszélgettünk. Fel-
vetésre kerültek a következő kérdések: Mi
a kontextusa annak, amit csinálunk? Me-
lyik a legjobb módszer a tartalmainkhoz
(legjobb gyakorlatok kutatása)? Ezekre a
kérdésekre válaszolva kezdtük el kidol-
gozni a projekt jövőbeni tantervét.

A találkozó negyedik napján az **IO2 -
„L-N-A” (Learn/tanulás, Network/háló-
zat, Act/cselekvés) rendszer kifejlesztése az idősebb korosztály számára és az IO4 - Hogyan lehet eredményeket elérni? című gyűjtemény kidolgozása** került napirendre. A nap folyamán kép-

zési workshop-ot tartottunk, amelynek
keretén belül az L-N-A rendszer elemek
strukturálásán és fejlesztésén dolgoztunk.
A Hogyan lehet eredményeket elérni?
című gyűjtemény kidolgozása érdekében
megállapodásra kerültek a tartalmak, a
formák és a legjobb gyakorlatok.

A találkozó záró napján a projektet
érintő határidők és a még előttünk álló
feladatokról kerültek rögzítésre.

A találkozót megelőzően felmérés
készült az idők körében, amelynek
elemzésére is a találkozón került sor. Az
idősebbek elmondták, hogy nagyon is
tisztában vannak az élethosszig tartó ta-
nulás (Life long learning) fontosságával,
és fontosnak tartják, mert változik a világ
és új készségek elsajátítása szükséges,
jót tesz a mentális egészségnek, továbbá
mindig van valami új tanulnivaló.

A partnerekkel ezen ismeretek szem
előtt tartva folytatjuk tovább a munkát.

Benus Ferenc

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 üzemmalkalmassági auditot követően az MHTÉ nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére. Az MHTÉ a NAH-6-0060/2015 nyilvántartási számú akkreditált státusza alapján MSZ EN ISO 3834-2, -3 szabvány fejezetek alapján is le tudja folytatni a tanúsítási folyamatot és ki tudja állítani a tanúsítványt.

Tanúsításra jelentkezés és bővebb információ érdekében az alábbi elérhetőségeken várjuk érdeklődését:
e-mail: benedekj@mhte.hu, telefon: 06 70 400 2767



Erasmus+



MÁTRA
HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS SZAKKÉPZÉSI KFT
H-3271 Visonta PF.:20 Tel./Fax.:06-37/328-093; e-mail: info@matraheg.hu

EuroMEC projekt beszámoló

EuroMEC projekt

A Mátrai Hegesztéstechnikai Kft. az EuroMec projekt tagjaival szoros együttműködést alakított ki.

Ennek eredménye visszaköszön a közös tevékenység első évét összefoglaló hivatalos jelentésben is.

Az új képzés stratégiai módszere az innovatív munka-alapú ipari tevékenység oktatása a **European Mechatronics 4.0**-ban Erasmus + Partnerségi projekt (**2020-1-NO01-KA202-076498**) keretei között.

A képzés rendszere 1-től 10-ig terjedő Kompetencia Egységekből (Competence Unit: CU) áll.

Ezekhez szükség szerint fejlesztenek tananyagot és gyakorló feladatokat mind a tanárok, mind a diákok részére.

Kétségtelen, hogy a hegesztés oktatása területén ez új módszert jelent. Az első év tehát elegendő volt ahhoz, hogy egy új képzési rendszer stratégiai alapjait dogozzuk ki és a kihívásnak eleget téve kapcsolódjunk az ipari igényekhez és ezek kielégítését tekintsük az alapvető feladatunknak.

Az Euro-Mec projekt második, gyakorlati év formában folytatódik és az oktatási rendszerstratégiák bevezetése felé irányul.

Az Euro-Mec projekt egyéves évfordulóján beszámoló készült a konzorcium által elért eredményekről. Ezt megküldtük a felügyeletet gyakorló ERASMUS + oktatási szervezet számára.

A fontosabb eredmények a következőkben foglalhatók össze:

A főcél:

- Innovatív szakoktatási módszerek, megoldások, eszközök beépítése a közös, nemzetközileg elfogadott oktatási stratégiába.

Így minden egyes képzés olyan szervezeti és szerkezeti felépítésű lehet, ami kielégíti az ipari partner igényeit – ezért velük külön és eredményes kapcsolatot tartunk fenn – és a korszerű, a projekthez kidolgozott oktatási eljárásokat.

A konzorciumi tevékenység fókuszában tehát a munka-alapú oktatás és az IT alkalmazás módszertana, gyakorlata áll.

- Az új oktatási stratégiai rendszer első próbájára Magyarországon 2022-ben egy a hegesztési inspektorok részére szervezett pilot tanfolyam keretében kerül sor.

Néhány jellemző eredmény:

- Számos alapvető téma, amely befolyásolta a konzorcium tevékenységét még nincs lezárva.

Itt kell megemlíteni, hogy személyes, jelenléti megbeszélés, egyeztetés nem volt.

Minden információcsere on-line formában történt. A pandémiához igazodó tevékenységhez szükséges IT rendszert létre kellett hozni és a konzorciumi tagokkal harmonizálni kellett.

Ehhez tartozott, hogy új szoftvereket (ZOOM, Stimuli, Its-learning, stb.) kel-

lett kiválasztani, megvásárolni és ennek bevezetését és adminisztrációját az ERASMUS+ -al egyeztetni, stb.

- Az információgyűjtés (pl. iparvállalatokkal konzultáció az igényeikről, stb.) a projekt-munka megszervezése úgy történt, hogy közben fellépő, illetve jelen levő pandémia befolyásolja a közös tevékenységet,
- A pandémia jelenléte mellett a közös tevékenységet jellemzi a folyamatos kapcsolattartás és a nyílt párbeszéd, a folyamatos és objektív visszajelzések, majd ezek megvitatása, elfogadása és beépítése a konzorcium projekt fejezeteibe. Ez tehát jellemzi, illetve jelzi a konzorcium munka stílusát.
- A tanfolyamok a részletesen kidolgozott 1-10-ig terjedő CU-kból építhetők fel, így is igazodva az ipari igények minél pontosabb kiszolgálásához,
- Külön téma- és tevékenységi kör a tanárok és tanulók számára készítenődök, oktatási anyagok, feladatok kidolgozása, ehhez a forrásgyűjtés folyamatban van, fontos szempont ehhez az, hogy a tanulók milyen előzetes szakmai ismeretekkel, üzemi gyakorlattal rendelkeznek (RPL – Recognized Prior Learning).

Az ipar mellett a másik irány, kapcsolatok keresése az EWF-el.

Az Euro-Mec program kapcsolatban van a konzorciumi országokban levő támogatókkal, érdekelt felekkel.

Benus Ferenc

Mátrai Hegesztéstechnikai Kft

A képzés hatékonyabb változata – a BET – EU-projekt - egy éves

PROJEKT JELLEMZŐK

(a projekt hivatalos beszámolójából vett információk alapján)

A BET – (Better Effect of Training) projekt a gyártási környezetben végzett rendszer-és folyamat alapú szakmai képzés (vocational, educational, training – VET) továbbfejlesztett változata.

A végső cél az inspektorok csoportos munka-alapú képzése igazodva az „Ipar4.0”-hez úgy, hogy a képzés ipari környezetben, hibrid formában történik.

Napjainkban a képzés során olyan ismereteket kell adni a tanulóknak, hogy a tanfolyam befejezése után a szakemberek képesek legyenek az új termelési eljárásokat és módszereket rövid betanulási idő után úgy megtanulni, hogy azt az ipari, üzemi gyakorlatban hatékonyan tudják alkalmazni.

Talán ma már nem meglepő, ha kijelentjük, hogy olyan munkafeladatokra kell képzést biztosítani, amelyek ma még nekünk sincs.

A BET – projekt célkitűzése tehát kidolgozni egy rugalmas szakmai és vegyes tanulási módszer keretét. A projekt keretén belül ezt az EN 1090 szabványra alapozva tesszük. Ez a képzés vegyesen tartalmazza a megelőző tudást, az osztálytermi oktatással, az e- elektronikus oktatással, az üzemi gyakorlati oktatással együttesen, amit video-val egészítenek ki.

Az ipari 'Szakoktatási és Szakképzési Iskola' (VET – Vocational Education Training School) tanulói, ehhez pl Zoom – ot alkalmazva hetente egyszer hozzáférhetnek.

Ez térségünkben az első olyan képzési kísérlet, amelyik a vegyes, az elektronikus és a munka-alapú gyakorlati oktatási módszerekkel sikeresen képezheti a tanulókat.

A már kidolgozott módszer fel fogja kelteni az Európai Hegesztési Szövetség (European Welding Federation (EWF) érdeklődését is és így lehetőség adódik ezt a hatékony képzési formát Európa 35 országában meghonosítani. Ezt a folyamatot és a bevezetésre irányuló döntést az MHTÉ, mint EWF tag támogatja.

Az elmúlt egy év alatt a célkitűzések teljesülését tekintve, döntő előrehaladás történt, de kisebb korrekciók még szükségesek lehetnek.

A program során Magyarország és Szlovénia az EN 1090 szabványhoz igazodó speciális és a BET projekthez illeszkedő operátorképzést szervez.

A projekt partnerek együttműködése harmonikus és az együttműködés során súlyos nézeteltérés nem volt. Az ő véleményük szerint a kitűzött feladatok és az anyagiak megfelelő allokálása segíti a módszerek kidolgozását és olyan eredmények elérését, ami elvezet a projekt céljai teljesüléséhez.

A pandémia miatt szinte minden tag részvételével on-line megbeszélések 4 - 5 hetente voltak és a fizikai találkozások és esemény-szorosítások elmaradtak.

A projekt kidolgozása során az utazások tiltása kisebb késést eredményezett a "Szellemi termékek" (Intellectual Outputs) esetében.

A projektpartnerek véleménye szerint a projekt időkerete betartható.

Az EN 1090 – hez igazodó szakmai képzési programhoz:

- megtervezték és elkészítettek 6 darabból álló ismertető füzetet, amelyek a tanulás módszerét, eszközeit és az on-line szolgáltatást tartalmazzák,
- megtervezték és elkészítettek 5 darabból álló ismertetőt is, amelyek információt tartalmaznak arra vonatko-

zóan, hogy hogyan lehet partnerségi táborokat, oktatási módszereket és a kis és közepes méretű vállalatok (SME) innovációját támogatni.

Ezeket az ismertetőket fel lehet használni ipari partnerekkel történő megbeszélésekhez is.

A képzés általános szerkezetének megtervezése és fejlesztése azt jelenti, hogy kombinálnak a tantermi oktatás, az e- tanulási módszerek, eszközök és a munka-alapú képzés a VET videoval.

A partnerség és BET projekt keretén belül Magyarországon, Szlovéniában és Norvégiában párbeszéd alakult ki több gépészeti céggel arról, hogy olyan képzési rendszer legyen, ami a három országban megegyezik a BET - projekt célkitűzésével és követelményeivel. Bár sok hasonlóság van az EN 1090 szerinti oktatás magyar és szlovén változata között mégis a képzés szakmai tartalma, formája és a tananyag digitalizációja eltérhet.

Az alapvető célkitűzések egyike ezért, hogy olyan interjúk készüljenek, amelyek a jövőben munkába állók alkalmazásához biztosítják az ipar szakmai igényeit kielégítő képzést.

Ezt a célt szolgálja a BET projekt keretén belül a nemzetközi szintű konzultáció a kiválasztott szakvállalatokkal és a BET projekt tagjaival közösen a kidolgozott nemzetközi szintű kérdőív felhasználásával.

A projektfutam második évében ezt a párbeszédet kiterjesztik miután az első pilot tanfolyamot digitalizálták és rendelkezésre áll az its' tanulási platformon.

Összeállította:
Dr. Gremesperger Géza

Előkészületben a Hegesztési Zsebkönyv új kiadása

A hegesztést és rokon technológiákat tanulók, valamint a gazdasági résztvevők körében méltán keresett **Hegesztési Zsebkönyv** a COKOM Kft gondozásában 2003-as második megjelenését követően csak változatlan tartalommal, utányomásra nyílt lehetőség 2008.; 2011. és 2017. években. A hazai felsőoktatásban és az akkreditált nemzetközi hegesztő képzésben tankönyvként is használt kiadvány átdolgozása napjainkra égető szükségé vált. A soha nem látott műszaki fejlődés, a munkafolyamatok digitalizálása, az Ipar 4. elemeinek térhódítása, az egyre jobban egységesülő európai direktívák, és nemzetközi szabványok megjelenése, mind-mind megkövetelik a tartalmában és felépítésében megújuló, a fenti témaköröket is feldolgozó zsebkönyv új megjelentetését.

Az egyetemi hallgatónak, a gyártó- és szerelő vállalatoknak, valamint üzemeltetőknek munkájuk során egy könnyen áttekinthető, a technológiai, a vállalatirányítási és a vonatkozó jogszabályok

összefüggését is bemutató kiadványt tervezünk elkészíteni melyet nyomtatott és elektronikus formában is elérhetővé kívánjuk tenni.

Megjelentetés tervezett időpontja. 2022. III. – IV. negyedév

A zsebkönyv megújuló szerzőgárdája arra törekszik, hogy az elméleti ismeretek mellett, minél több szakmai eredményt, tapasztalatot dolgozzanak fel, és tegyenek közzé. Valamennyien rendelkeznek oktatói, kutatói és gyakorlati ismeretekkel és tapasztalatokkal a hegesztés és rokon technológiák terén, számos szakmai publikációt, tananyagot jelentettek már meg életpályájuk során.

Hasonlóan az eddig megjelent kézikönyvek kiadáshoz, kérjük a szakmában tevékenykedő intézmények, vállalatok, tanúsító szervezetek támogatását a megkezdett munkánk folytatásához.

A két kötetesre tervezett kiadványban természetesen lehetőség van a szponzorok korlátozott számú megjelenítésére, igény szerint rövid szakmai bemutatkozással is.

- Szakmai aranyfokozatú szponzor: B1-B4 oldalon történő megjelenítés
- Szakmai ezüstfokozatú szponzor: belső lapon történő szöveget tartalmazó megjelenítés
- Szakmai bronzfokozatú szponzor: belső lapon cég logó és honlap link megjelenítéssel.

További részletek egyeztetésére a Kiadó készségesen rendelkezésükre áll.

Üdvözlettel:

Prof. h.c. Dr. Czitán Gábor
Ügyvezető
Hegesztő szakmérnök
EWE szakmérnök
e-mail: cokom@cokom.hu
tel: +36303738594

Dr.Dr.h.c. Gáti József
Szerkesztő
c. egyetemi docens
EWE/IWE hegesztőmérnök
e-mail: gati@uni-obuda.hu
tel: +36309896108

Tájékoztatás

Felhívjuk a **2016. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

2021. 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 7912 szerint

(azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szövegek olvasását, valamint színáltása 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 Isihara: Test for colourblindness - gépkocsivezető orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos - könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges.

régi tanúsítvány megszüntetése.

A szükséges dokumentumokat a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés részére szíveskedjenek megküldeni.
(1149 Budapest, Mogyoródi út 32.)



4th International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2022

2022. szeptember 8-9. Miskolc, Hungary



Call for papers

Örömmel meghívjuk Önt a 4. Nemzetközi Jármű- és Autómérnöki Konferenciára (VAE2022), ami 2022. szeptember 8. és 9. között lesz Miskolcon. A konferencia célja, hogy összehozza a tudományos és ipari területek szakértőit, és bemutassa e területek fejlődését. A konferencia az előzőekhez hasonlóan egy, a Nemzetközi Hegesztési Intézethez (IIW) kapcsolódó rendezvény.

A konferencia főbb témái:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| A. Hagyományos hajtáslánc és emisszió | H. Aktív és passzív biztonság |
| B. Alternatív hajtásláncok | I. Fenntarthatóság |
| C. Járműdinamika | J. Oktatás |
| D. Anyagok és gyártás | K. Járműszerkezetek és felületek tervezése |
| E. Járműelektronika | L. Optimálás |
| F. Autonóm járművek | M. Hegesztés |
| G. Zaj és rezgés | N. Több csuklós szerkezetek |

Cikkek megjelentetése:

Minden cikk szakértővel lektorált. Az elfogadottak a Springer Verlag által kiadott, a Scopus által indexelt Lecture Notes in Mechanical Engineering sorozatban jelennek meg, akár csak a korábbi konferenciákon (<https://www.springer.com/gp/book/9789811595288> <https://www.springer.com/gp/book/9783319756769>, <https://www.springer.com/gp/book/9783319511887>). A 2018-as Proceedings-t eddig 179 ezren töltötték le. A cikkek a Konferenciára érkezéskor minden regisztrált résztvevő számára elektronikus úton elérhetőek lesznek. A beküldött cikkeknek eredetinek kell lenniük, máshol nem publikálnak. A cikk hossza minimum 6 oldal, maximum 16 oldal, a template szerint. Az előadást a szerzőnek meg kell tartania.

Határidők:

Esemény

Absztrakt benyújtása
Absztrakt elfogadása
A teljes cikk benyújtása
Teljes cikk elfogadása
Részvételi díj fizetés
Konferencia

Határidő

2022. január 14.
2022. február 11.
2022. március 25.
2022. április 29-én.
2022. május 16.
2022. szeptember 8-9.

A konferencia honlapja:
<http://vae2022.uni-miskolc.hu>

E-mail:
vae2022@uni-miskolc.hu

A konferencia nyelve angol. Az absztrakt szövegnek 300 és 500 szó között kell lennie. Konferencia díja: 149 – 249 Euro/fő (online, vagy személyesen), egy dolgozat 6-16 oldal között. A konferencia a tervek szerint hibrid lesz, a járványhelyzettől függően.

További információ:

Prof. Dr. JÁRMAI, Károly
Miskolci Egyetem
H-3515 Miskolc, Egyetemváros
Tel. +36-46-565111 ext 2929
Fax. +36-46-563399

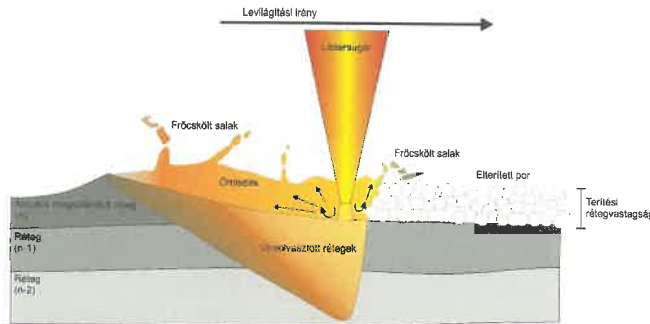
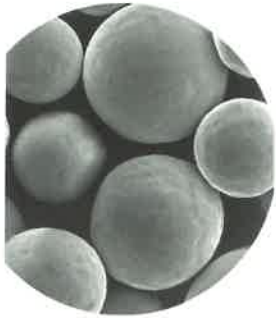


2. Hegesztési webinarium beszámoló

Minden kihívás egyben azt is jelenti, hogy új lehetőségek tárháza nyílik meg előttünk. Ennek szellemében a Magyar Hegesztési Egyesület Ifjúsági Fóruma a 2020-as évre célul tűzte ki az érdeklődő fiatalság, hallgatóság ismeretének bővítését, kapcsolatrendszerének szélesítését,

csak az energiaforrás jellege, hanem az alkalmazott por állapota, illetve a por-lézer interakciója is befolyásolja. Pammer Dávid, a PaB Kft. ügyvezetője előadásában a fémporokat, illetve azok tulajdonságainak hatását, különös tekintettel a gyártás minőségére, mutatta be.

garas hegesztésre. A technológia előnye mellett számos kihívás is jelentkezik a nagyszilárdságú acélok feldolgozása során, amely ezen anyagok nem egyensúlyi szövetszerkezetében gyökerezik. A hegesztés során, különösképpen a hőhátas-övezetben, lágyulás, illetve számos esetben keményedés lép fel. A hegesztéstechnológia implementálása előtt tehát alapvető fontosságú tisztában lenni ezen folyamatokkal, illetve ezen jelenségek a varrat mechanikai tulajdonságaira kifejtett hatásával. Az előadás során bepillantást nyerhettünk a nagyszilárdságú acélok hegeszhetőségének sajátosságaiba.



Páztázó elektronmikroszkópiás (SEM) felvétel egy, a porágyas additív gyártásnál használt porról (balra), illetve a technológia sematikus vázlatja (jobbra) (forrás: Pammer Dávid)

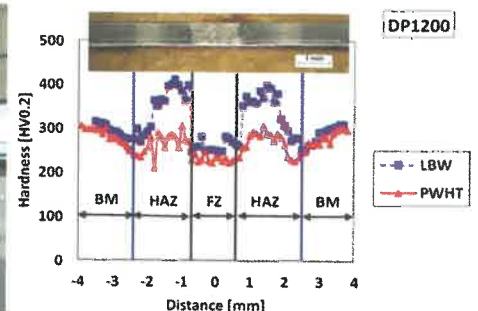
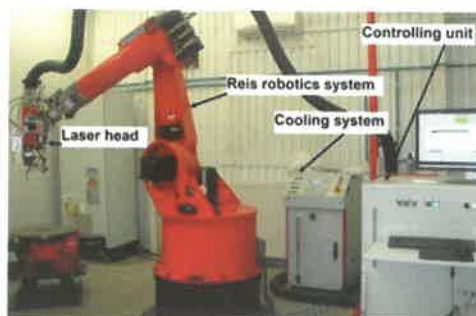
mindezt virtuális formába átültetve. Az idei évben először kerül megrendezésre egy, a hegesztés tématerületére összpontosító webinarium sorozat, amely során konferencia jelleggel, alkalmanként egy-egy szűkebb témakörhöz tartozó előadásokat hallgathatunk meg. A webinariumsorozat második epizódja 2020. október 29-én az esti órákban került lebonyolításra. Ennek az eseménynek a középpontjába két tématerület került: a lézersugaras megmunkálások, beleértve az additív gyártástechnológiákat is, illetve a nagyszilárdságú acélok. A lézersugaras megmunkálások előretörése megkérdőjelezhetetlen, a lézer az első működő prototípus hatvanadik évfordulójára a különböző gyártási eljárások megkerülhetetlen elemévé vált. Nem csak hegesztés és vágás esetében, hanem az additív gyártások tekintetében is kulcsfontosságú szereplő lett, ami a korszerű szilárdtest-lézerek radikális fejlődésének tudható be. Az elérhető, fókuszpontban kis átmérőjű lézersugár modern vezérlési technikákkal kombinálva új dimenziókat nyitott a porágyas additív gyártástechnológiák mezején is. A gyártás minőségét azonban nem

A második előadó személyében Raghawendra Sisodia-t, a Miskolci Egyetem Ph.D. hallgatóját tisztelhetjük. A prezentáció során kutatási témájának, a nagyszilárdságú acélok lézer- és elektronsugaras hegesztésének fő eredményeit mutatta be. Napjainban a nagyszilárdságú acélok alkalmazása a tömegcsökkentés egy lehetséges módját testesíti meg. Számos esetben, például járműipari szerkezeteknél illetve mobil daruknál ez közvetlenül hozzájárul a szén-dioxid kibocsátás csökkenéséhez és a klímacél eléréséhez. Korszerű anyagok, korszerű hegesztési eljárások, ennek szellemében egyre nagyobb figyelem összpontosul a lézersu-



A webinariumon, amely Microsoft Teamsen keresztül került lebonyolításra, 25 fő vett részt. Az előadássorozat következő alkalma az autóiparban alkalmazott kötéstechnológiákra fókuszál majd, és előreláthatólag feburár közepén kerül megrendezésre.

Tóth Tamás



A hegesztésnél alkalmazott kísérleti elrendezés (balra) illetve egy DP1200-DP1200 lézerhegesztett kötés vizsgálatánál kapott keménységfutam (jobbra) (forrás: Raghawendra Sisodia)



CLOOS KOBOT

**Lépjén be egyszerűen az
automatizált hegesztés világába**

- Gyors telepítés
- Egyszerű használat
- Kompakt kialakítás
- Könnyű programozás
- Kiváló hegesztési minőség

HEGESZTÉSRE TERVEZVE!

**ISMERJE MEG A CLOOS KOBOT
HEGESZTŐRENDSZERÉT!
FOGLALJON IDŐPONTOT
INGYENES GÉPBEMUTATÓRA!**

2142 Nagytarcsa
Alsó Ipari krt. 6. G.
+36 20 290 55 82
robot-welding@cloos.hu
www.cloos.hu

CLOOS
HEGESZTÉSTECHNIKA



INE KMP gépcsalád

Processzorvezérelt inverteres multifunkciós (huzalelektroda + HF impulzusos AWI) áramforrások. Felhasználóbarát kezelés, full szinergikus vezérlés, OLED grafikus kijelző, programmentés és azonnali programváltó gomb, teljes mellékparaméter állítási lehetőség.



Pulsrun, Double Pulsrun

Nagysebességű impulzusos irányított anyagátmenetes hegesztőprogram.

- Kimondottan stabil iv
- Az áram és a hegesztőfeszültség a szabad huzalhossztól független
- 30%-kal gyorsabb hegesztősebesség a hagyományos impulzushegesztéshez képest
- Emiatt 30%-kal kevesebb hőbevitel
- Kisebb vetemedés
- Korrozóálló acélok esetén kisebb a szemcsedurvulás esélye
- Kisebb energiaigény

Dynamic Pulse, Dynamic Double Pulse

Speciálán impulzus és duplaimpulzus program, ami különösen jól bírja a szabad huzalhossz gyors változásait, illetve kimagasló minőséget garantál hosszú szabad huzalvégnél is.

INE Root

Speciálán gyökhegesztő program minden pozícióhoz.

INE Soft

Szinergikus MIG program kimondottan vékony lemezek deformációmentes hegesztéséhez.

CD5 digitális távszabályzó

Digitális, nyomó-, és forgatógombokkal, valamint érintőkijelzővel felszerelt távszabályzó. Alkalmas a hegesztőáram és a feszültségkorrekció állítására, valamint gáztest és huzaleltöltés funkcióval is rendelkezik. A kijelzőjén leolvasható az aktuális program minden beállítással.



DGT100 távszabályzós hegesztőpisztoly

Hétszempmenses kijelzővel és digitális távszabályzóval ellátott hegesztőpisztoly. A következő paraméterek láthatók a kijelzőn, és állíthatók a gombokkal:

- hegesztőáram
- huzalsebesség
- feszültségkorrekció
- aktualis Job

CSAPHEGESZTÉS



- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok

- ismétlési pontosság: 0,2 mm
- hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc
- adagolás: kézi/automata
- asztalméreték: 700x600-tól 2500x1700 mm-ig

Extra kiegészítők

- lezeres pozíció meghatározás
- minőségbiztosítási modul
- internetes távfelügyeleti modul
- felületnedvesítő
- pneumatikus lemezleszorító
- adatimportáló modul

CSAPHEGESZTŐ OKTATÓBÁZI
• MSZ EN ISO 14732 szerinti bizonyítványhoz



H-8778 Újudvar, Kámánccpuszta 016/4 hrsz.
Tel.: +36 93/519-018 • Fax: +36/93/519-017
E-mail: info@qualiweld.hu • www.qualiweld.hu

Dr. Gremesberger Géza

Hegesztőkészülékek és az „Ipar 4.0”

„MHtE - Hegesztési Felelősök XXII. Országos Tanácskozásán” (2021.09.09.-én) elhangzott on-line előadás szerkesztett változata

NAPJAINK ÁLTALÁNOS GYÁRTÁSI JELLEMZŐI

A piaci igényekhez igazodó gyártás egyik jellemzője, hogy a termék előállítás folyamatában a késztermék mind alak, méret és minőség tekintetében a vevői elvárásoknak és/vagy a vonatkozó jogi előírásoknak feleljen meg és win - win helyzet alakuljon ki a vevő/rendelő és a gyártó között, ami olyan mértékű, hogy mind a gyártó, mind a felhasználó számára a kellő hasznot/hasznosságot biztosít.

A hagyományos „kézi” módszerekkel ez az igény csak körülményesen és nagy önköltséggel elégíthető ki.

Az ipar mai igényei az „Ipar 4.0” rendszerben jelentkeznek, különös tekintettel a globalizáció, a digitalizáció meghatározta körülményekre, követelményekre.

Ezek a körülmények és a gyártási műveletek fokozott gépesítése irányában történő fejlesztés alapvetően meghatározzák a hegesztett szerkezetek gyártási folyamatát, műszaki színvonalát.

A hegesztő segédberendezések, készülékek iránti speciális piaci igény életre hívta a különböző specializált hegesztőkészülék gyártó cégeket és ezek hirdetési a szakmai folyóiratokban, így például az MHtE-Hegesztéstechnika folyóiratban is megtalálhatók és a szakmai kiállításokon, vásárokon és konferenciákon is láthatóak.

A hegesztőkészülékek tehát a hegesztett szerkezetek gyártási folyamatához tartozó alapvető gyártási rendszerelemek, az egyszerű kialakí-

tású kézi működtetésű változatoktól a robotokig illetve, a cobotig.

Ebben a rendszerben különös szerephez jutnak és kiemelt fontosságúak a releváns minőségirányítási rendszerszabványok alkalmazásával történő rendszer alapú gyártási, ellenőrzési és archiválási tevékenységek.

Az irányítási rendszer alkalmazásának egyik fontos követelménye, hogy a szerződéses szállítási követelmények teljesítését nyomon követhetően és hitelesen kell igazolni.

Ehhez figyelemmel kell kísérni és dokumentálni a megvalósított gyártási folyamatokat. A megfelelés igazolásához szükséges, előírt, kölcsönösen elfogadott és alkalmazott a terméket és a gyártást kísérő előírt azonosított ellenőrzési lapokat kell használni majd a folyamat befejezése után, ha a termék a vevőnél van és megkezdődött a garanciális idő ezeket a minőségirányítási rendszerbe foglalt „kitöltött és hiteles” dokumentumokat az előírt és határozott ideig archiválni kell.

A hegesztőkészülék kialakításának kezdeti fázisában célszerű magát a hegesztési műveletet a gyártmány műszaki gyártási dokumentációja vizsgálatával, kockázatelemzést is alkalmazva, főbb elemeire bontani, mint pl.:

- hegesztési előtti,
- hegesztés alatti,
- hegesztés utáni

állapotra, tevékenységre és így vizsgálni.

Az előkészítési tevékenység egyik alapvető eleme a hegesztőkészülék feladatának pontos, egyértelmű meghatározása.

Különös tekintettel az igényelt darabszámra, sorozatnagyságra, az anyag és a gyártásjellemzőkre.

Az előkészítés olyan szakmai feladat, amely kiterjed pl. a készülék fajtájának megválasztására, ehhez tartozó egyik művelet lehet a munkadarabbal történő harmonizálás, figyelemmel annak anyagára és ehhez igazodóan a hegesztőkészülék anyaga lehet pl. ötvöztelen C- acél vagy korrózióálló acél, alumíniumötvözet stb.

Alapvető a hegesztőkészülék anyagának (anyagainak) helyes megválasztása, ami kiterjed a tömegére, a geometriai jellemzőire, így méretére és hegesztés alatt a munkadarab merev rögzíthetőségére.

Az adott feladathoz a hegesztőkészülék egyszerű és a gépi változata között lehet választani, így például az illesztési rés beállítása kézi vagy gépi úton végezhető el és a hegesztési művelet alatt az előírt és beállított illesztési rés méret rögzített.

A hegesztőkészülék konstrukciója a használatához igazodóan robosztus legyen.

Az előzőkhöz példaként említhető, a hegesztés befejezését követő ellenőrzés, például ilyenkor a furatok méretének és helyzetpontosságának meghatározása. Ez a további pl. szerelési műveletek miatt lehet fontos.

A feladat megoldáshoz tehát két lehetőség adódik az egyik, ha a furatok kézzel készülnek, a másik, ha géppel. Ha a munkadarabokat pozícionálták és ebben a helyzetben rögzítették ak-

kor hegesztés alatt és után nem mozdu-
dulnak el – és a további munka aka-
dály nélkül folytatódhat.

Ha a hegesztőkészülék anyaga vagy
a munkadarab rögzítése, befogása öm-
lesztőhegesztés esetén nem megfelelő,
akkor a hegesztést kísérő hőfolyamat
miatt előfordulhat, hogy a hegesztő-
készülék anyagának tulajdonsága meg-
változhat, pl. keményedik, vagy a mun-
kadarab deformálódik és (folytatva a
furatkészítést mint példát) még a fúró
élettartama is rövidülhet, de romolhat
a furat méret és - helyzetpontossága is.

A hegesztőkészülék tervezése tehát
„komplex” műszaki feladat.

A hegesztőkészülék tervezésekor
építőközvetlen, kockázatelemzés, fo-
lyamat és rendszer vizsgálattal cél-
szerű a hibát megelőzni és olyan meg-
oldást választani, amelyben a fenti
esetre utalva például a hegesztés és a
furatkészítés műveleteit egy készü-
lékbe integrálták.

Az előkészítéshez célszerű a vonat-
kozó szempontokat, követelménye-
ket sorrendben meghatározni és „fel-
dolgozni” ezek lehetnek:

- a vevői igények,
- a hegesztőkészülék szerkesztés sa-
jatos hegesztés specifikus elméleti
alapjai,
- a munkadarab anyagjellemzői és
- a szükséges rögzítő eszközök, ké-
szülék és gépelemek, pl. ülékek,
támaszok,
- célszerű konstrukció kialakítása,
pl. termékelemek rögzítéséhez
furatok helyett hornyokat hasz-
nálni – ez pl. tervezési szempont,
ami arra utal, hogy a készülék ter-
vezésekor pl. kockázatelemzést
(FMEA) célszerű végezni.

A hegesztő készülék alkalmazhatósá-
gának, megfelelőségének valószínű-
ségi bizonyossága célszerű, ha eléri a
minimum 200 meghibásodás nélküli
üzemórát.

A tervezés első fázisához sorolható
tevékenység a munkadarabhoz igazo-

dóan áttekinteni a termék előállításá-
hoz tartozó előírásokat, szabványokat
és ezek szükség szerinti alkalmazását.

A legtöbb igényes gyártónál már
bevezették és egy akkreditált ta-
núsító szervezettel tanúsították a
termék előállításához kapcsolódó
szabványos vagy jogszabályi követel-
ményeket teljesítő minőségirányítá-
si rendszereket.

Célszerű minden, különösen a ter-
mék minőségét befolyásoló művelet-
hez, munkafázishoz hozzárendelni a
releváns követelményeket tartalmazó
szabványokat és hatósági előírásokat
kiemelve a vonatkozó és a szerződés-
ben rögzített vevői követelményeket
is és a kiválasztott preventív (megelő-
ző) értékelési módszereket, mint pl.:
SWOT, FMEA- t stb.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK ALKAL- MAZÁS MŰSZAKI, GAZDASÁGI JELLEMZŐI

A KÉSZÜLÉKEK

- a modern gyártási folyamatokhoz
szorosan kapcsolódnak a munka-
folyamatot kiegészítő és a gyártás
hatékonyságát, termelékenységet
fokozó termelő berendezések,
- esetünkben ezek a gyártó beren-
dezések a különböző műszaki
színvonalat képviselő hegesztő-
készülékek,
- el kell döntenie, hogy egyetemes
vagy különleges (egyedi) célú le-
gyen - e a készülék,
- kérdés továbbá mi indokolja,
hogy a hegesztett termék előállítá-
sához kiegészítő eszközt alkal-
mazzanak?

MI A HEGESZTŐKÉSZÜLÉK?

Egy hegesztéssel készülő gyárt-
mány egyes elemeinek együttes és
ideiglenes illesztésére, rögzítésére,
a legkedvezőbb hegesztési helyzet
beállítására és hegesztés alatt ebben
tartására használt eszköz, amely

csökkentheti a hegesztő fizikai ter-
helését, a gyártási darabidőt, de
növelheti a minőséget, a termelék-
kenységet és jól illeszkedik a gyártó
üzem termelési és logisztikai rend-
szerébe, kézi és programozható gépi
változata van.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK FAJTÁK

a) munkadarab hegesztése szerint:

- beállító, helyező,
- rögzítő, előfeszítő – célja: az elő-
írt méret és alakpontosság meg-
valósítása,
- helyzetbe állító készülékek pl.
a forgatók, a billentők, a pozí-
cionálók és az egyenes vonalú
mozgatók: vagy a munkada-
rabot, vagy a hegesztőfejet
mozgatják,
- manipulátorok,
- mérő, vezérlő és ellenőrző ké-
szülékek,

b) a hegesztés fajtája szerint:

- fűző,
- illesztő,
- készre hegesztő,
- speciális, pl. tompa-, és/vagy sa-
rokvarrat hegesztő, spirálvarrat
hegesztő stb.,

c) a varratmegvalósító mozgások szerint:

- a munkadarab helyzete rögzített
és a hegesztőfej az előírt pályán
mozog,
- a munkadarab az előírt pályán
mozog és a hegesztőfej helyzete
rögzített,

ENERGIAFORRÁSOK A HE- GESZTŐKÉSZÜLÉK MŰKÖD- TETÉSÉHEZ

Gépesített, automatikus hegesztő-
készülékek:

- az üzembehelyezett készülékbe
(rendszerbe) fűzővarrattal elősze-
relt (teljes méretű akár több elem-
ből álló) munkadarabot helyez-
hetnek, vagy a hegesztőkészülék
legyen alkalmas a munkadarab

egyres elemeinek rögzítésére, így kialakítva a készrehegesztés előtt a "teljes gyártmányt",

- a hegesztőkészülék képes legyen többfajta darabot rögzíteni,
- célszerű, ha a hegesztőkészülék tervezője és a rendszertervező egy személy,
- a gépesített, automatikus hegesztőkészülék nemcsak a hegesztendő munkadarab rögzítését végezheti, hanem a munkadarab helyezését előírt pontossági határokon belül,
- a rögzítés jól illeszthető legyen a munkadarabhoz, a megadott tűrés-határokon belül,
- folyamatosan biztosított legyen az azonos és a magas fokú minőség és a rövid gyártási (átfutási) idő,
- csökken az önköltség,
- jól illeszthető a robottal (cobottal) végzett többi műveletekhez,
- ismételt, többszörözött termeléshez (gyártáshoz) jól alkalmazható,
- a hegesztőkészülék általában az embert meghaladó „képességűek”, mind a tömeg mozgatást, a munkahelyi tevékenységeket, a munkadarab méreteket és a műveletet, illetve a munkadarab váltást/cserét tekintve,
- a hegesztőkészülékek többféle vezérlővel, többfajta tevékenységre tehető alkalmassá,

Hidraulikus üzemű hegesztőkészülékek:

- a készülék szorító elemeit hidraulikus folyadék „mozgatja” úgy, hogy azok hegesztési művelet alatti rögzítése biztonságos,
- alkalmazásával előírt „robotpontosság” (cobot pontosság) érhető el,
- a hegesztési művelet többszörösen megismételhető,
- a művelet ismételt ugyanazon pontosságú beállítására képes, erre a kézi működtetés (kezelés) többnyire nem,

- az automatikus hidraulikus hegesztőkészülékek megbízhatóan üzemelnek,
- az automatikus hidraulikus hegesztőkészülékek képesek a munkadarabot torzítás nélkül kezelni,
- pontos beállítású műveletismétlésre képesek,

Pneumatikus üzemű hegesztőkészülékek:

- a hegesztőkészülék rögzítő, szorító elemeit sűrített levegő működteti,
- a szorítók nagy igénybevételhez, ismétlésre alkalmas gyors működésű gépelemek,

Kézi kezelésű hegesztőkészülékek:

- a hegesztő emberi, fizikai, szellemi és szakmai képességeihez készített munkaeszköz,
- a termelékenységre és a munkabiztonság növelésére alkalmas lehet, ha a hegesztő munkahelyet ergonómiai, biztonsági, munkavédelmi és tűzrendészeti szempontok szerint alakítják ki, betartva a vonatkozó jogszabályokat pl. Hegesztés Biztonsági Szabályzatot, a 143/2004. (XII.) GKM rendeletet,
- a kézi és a robottal végezhető munka összekapcsolható,
- automatikus eszközökkel a nehéz és ismétlődő munkák végezhetőek, míg a hegesztők más speciális munkát végezhetnek,

Pozicionáló hegesztőkészülékek:

- munkadarabot mozgató, kezelő eszközök,
- egyik változatuk a robot (cobot) munkadarab hordozást, mozgatást végezhet,
- alkalmasak hegesztéshez a munkadarabot optimális munkahelyzetbe állítani,
- a hegesztéshez az automata változatok különböző változatban készühetnek,
- a beállítási pontosságuk pl. dőlésszög, fordulatszám előírható,

- meghatározó jellemző a munkadarab súlya (forgató terhelhetősége, stabilitása), ami több tonna is lehet,

Automatikus hegesztési felügyelet (inspekció):

- önálló tevékenység, munkaeszközzel is végezhető,
- ismételt és pontosabb, gyorsabb és
- hibát feltáró, követő képesség,
- robot/cobot cellába integrálható,
- fűzővarrat ellenőrzéshez is alkalmazható,
- a vizsgálatához (ellenőrzéshez) gyakran ugyanaz a robot (cobot) használható, ez csökkenti az önköltséget és a programozásra fordított időt,
- az ellenőrzés az elkészült hegesztett kötésen is elvégezhető, pl. alvállalkozótól beszállított termék vizsgálatakor, vagy éppen beépítés előtt,
- az automatikus hegesztés ellenőrző rendszerek nem csak a hegesztett kötés geometriáját, a varrat hosszát, alakját és elrendezését, helyét vizsgálják, hanem a fejlett rendszerek a porozitást, a fröcskölést, varrat alámetszést és más varrathibákat is.

A továbbiakban, lentebb, példaként néhány információforrást mutatok be azzal a szándékkal, hogy lássuk milyen széles lehet az az információs bázis, ami érintheti a hegesztőkészülékek tervezését.

Ehhez most az alapanyag és a villamos pl. digitális vezérlő - NC és/vagy CNC - egységekre vonatkozó szabványokat nem vettem fel, bár az alapanyag műszakilag helyes megválasztása igen fontos feladat.

A továbbiakban az információforrások mintáit lehet áttekinteni. Így néhány jogszabályt, műszaki irodalomt, amelyek arra utalnak, hogy a hegesztőkészülék gyártáselőkészítését, a tervezését és a gyártási műveletet többféle frissített szakmai előírás, főleg szabványok, jogszabályok és monográfiák is szolgálják.

KUTATÁS-FEJLESZTÉS

A hegesztőkészülék fejlesztése széleskörű hegesztéstechnológiai és gépgyártástechnológiai tájékozottságot tesz szükségessé.

Ezt a kijelentést igazolja lentebb a szabványok és a többi információforrás véletlenszerű felsorolása azoké, amelyek befolyásolják a hegesztőkészülék tervezését.

A lentebbi példakénti felsorolás meggyőzően utal arra, hogy a hegesztőkészülék fejlesztés és az adott, kiválasztott mukadarab kölcsönös és összetett kapcsolatban vannak egymással.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK TERVEZÉSÉHEZ NÉHÁNY, A MUNKÁT BEFOLYÁSOLÓ A TEVÉKENYSÉGHEZ KAPCSOLÓDÓ, A SZEMLÉLETRE ÉS A CÉLSZERŰ KOCKÁZATELEMZÉSRE IS VONATKOZTATHATÓ ÉS ALKALMAZHATÓ PÉLDÁK (MINTÁK):

SZABVÁNYOK (minta):

Lásd 1. táblázat.

JOGSZABÁLYOK (minta):

- 305/2011 EU rendelet, az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról – érvényes 2014. július.1.-től, a CE jelölés eljárása,
- 143/2004 (XII.22.) GKM rendelet, a Hegesztési Biztonsági Szabályzat,
- 8/2018 (VIII.17.) ITM rendelet, az ömlesztőhegesztés végzésének feltételeiről,
- PED:2014/68/EU - irányelv, (pressure equipment directive (PED) 2014/68/EU) design, ma-

szabványszám	szabvány témája – rövidített változat: példányok az MSZT- nél.
ISO 9001	minőségirányítási rendszer
ISO 14001	környezetközpontú irányítási rendszer
ISO 45001	munkahelyi egészségvédelmi irányítási rendszer
ISO/IEC 17020	ellenőrzést végző különféle típusú szervezetek működésének követelményei
ISO 3834	fémek ömlesztő hegesztésének minőségirányítási követelményei
ISO 6520	fémek geometriai eltéréseinek besorolása
ISO 5871	varratméretek tűrései - acél, nikkell, titán és ötvözetek ömlesztőhegesztéssel készített kötések – az eltérések minőségi szintjei
ISO/TS 17845	varrathibák jelölési rendszere
ISO 9692	éliképzés és illesztés típusai
ISO 9712	roncsolásmentes vizsgálatot végző személyzet minősítése és tanúsítása
ISO 12944	festékek és lakkok - Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel
ISO 14713	horganybevonatok – vas és acélszerkezetek korrózió elleni védelméhez – tűzhorganyzás, diffúziós horganyzás, termodiffúziós horganyzás, stb.,
ISO 14731	hegesztési felügyelet - feladatok és felelősség
ISO 14732	hegesztési személyzet - hegesztőgép kezelők és -beállítók minősítése fémek gépesített és automatizált hegesztésére,
ISO 17652	üzemi alapoó bevonatok vizsgálata a hegesztéssel rokoneljárásokkal kapcsolatban
ISO 12944	acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel
ISO 13920	hegesztett szerkezetek általános tűrései, hossz és szögeltérések, alak és helyzet
EN 12584	hibák lángvágott, lézersugárral vágott és plazmával vágott felületeken – fogalom meghatározások (visszavont)
EN 10204	fémtermékek - vizsgálati bizonylatok típusai
ISO 10012	mérésirányítási rendszerek - mérési folyamatokra és a mérőberendezésre vonatkozó követelmények
EN 1330	roncsolásmentes vizsgálatok. Fogalom-meghatározások, terminológia
ISO 17637	hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata, ömlesztőhegesztéssel készített kötések szemrevételezéses vizsgálata
ISO 1302	termék geometriai követelményei - felületi érdesség jelölése a műszaki dokumentumokban
EN ISO 286	termékek geometriai követelményei: hosszméretek ISO-tűrésrendszere: a tűrések, az eltérések és az illesztések alapelvei, hosszméretek tűrésének ISO-kódrendszere: lyukak és csapok szabványos tűrésosztályainak és határeltéréseinek táblázatai
ISO 10005	minőségterv készítése
EN 15085	vasúti járművek és részegységek hegesztése, dokumentálási, tervezési, gyártási, ellenőrzési és vizsgálati követelmények
EN 1090	acél és alumíniumszerkezetek kivitelezése: 1.rész: Szerkezeti elemek megfelelőség-értékelésének követelménye, 2.rész: Acélszerkezetek műszaki követelményei, 3. rész: Alumíniumszerkezetek műszaki követelményei

1. táblázat: Szabványok (minta)

nufacture and conformity assessment of stationary pressure equipment),

irányelv nyomástartó berendezésekhez,

- **SPVD:2014/29/EU - irányelv,** (directive 2014/29/EU – SPVD-simple pressure vessels directive) nyomástartó berendezések és rendszerek, egyszerű nyomástartó edényekhez,
- **EU Council Directive Nr. 89/392/EEC (1989.június.14.)** Council Directive 89/392/EEC of 14 June 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery gépirányelv (gépdirektíva) és a vonatkozó többi előírás betartása,
- **gyártó teljesítmény nyilatkozata** a dokumentum hiteles kiállítása,
- **CE jelölés** kereskedelmi forgalomba hozáshoz felvitele a kereskedelemben forgalmazott termékre.

MŰSZAKI IRODALOM (minta):

A téma fontosságát jelzi, hogy vannak „friss kiadású” monográfiák, amelyek a készülékkel Ipl. faipari készülékkel), illetve a hegesztőkészülékkel foglalkoznak.

Angol nyelvű: [1]

C.M.TAN:

Design and Development of Welding Jig

Faculty of Mechanical Engineering, University Malaysia Palang (UMP), 26600 Pekan, Palang Malaysia,

K. Venkataraman:

Design of Jigs, Fixtures and Press Tools

Springer – Second Edition,

Prakash Joshi: P.H. Joshi:

Jigs and Fixtures Design Manual

McGraw-Hill Professional 2 nd edition-2002

* covers clamping devices, welding fixtures, drilling jigs, milling fixtures, inspection devices, and more.

* Includes shop setup techniques and cost estimating.

* Discusses the basic principles of tool design.

Yiming (Kevin) Rong:

Samuel Huang:

Advanced Computer-Aided Fixture Design

Academic Press; 1st edition (May 23, 2005)

Sandor Nagyszalanczy:

Taunton's Complete Illustrated Guide to Jigs & Fixtures

(faipari készülékek)

Tauton Press – 2006

Német nyelvű: [2]

Richtlinie für die Beschaffung, Herstellung und Abnahme von Heft- und Schweißvorrichtungen [3]

Revision: 00

Druckdatum:03.09.2012

Richtlinie für die Transport von Heft- und Schweißvorrichtungen Schweißvorrichtungen [4]

Revision: 00

Druckdatum:03.09.2012

DIN - DVS 0929:1988 (im Archiv-visszavont: 03/1988) [5]

Konstruktionshinweise für das MIG-/MAG-Schweißen mit Industrierobotern:

◦ allgemeine Konstruktionsgrundsätze und deren Anwendung auf robotergerechte Schweißkonstruktionen,

◦ Einfluss der Schweißvorrichtung auf die Gestaltung des Bauteils,

DIN 65171:2016-09: [6]

Luft- und Raumfahrt

Abnahmeprüfungen für Vorrichtungen und Zusatzausrüstun-

gen (für teil und vollmechanische Schmelzschweißen).

Führungs- und Bewegungsgenauigkeit

HEGESZTŐKÉSZÜLÉKEK AZ ÜZEMBEN

Velük:

- a gyártási idő csökken,
- a hegesztési ütemtervhez igazodó átállási idő csökken,
- a hegesztett kötések minősége ismételt és/vagy sorozatgyártásnál is az előírt, beállított tűréshatárok között változik,
- hegesztési folyamat alatt a munkadarabok beállítása nem változik,
- csökken a hegesztést követő deformáció,
- csökken a kvalifikált munkaerő iránti igény,
- munkadarab behelyezés és eltávolítás kézi/gépi lehet,
- ha merevek javul a gyártmány geometriai méret-, alakpontossága és a funkcióteljesítési képessége,
- ha rendelkeznek beépített elektronikus eszközzel akkor a hegesztési, a gyártási, a szerelő, a felügyelő folyamatok ezekkel vezérelhetők és ellenőrizhetők és digitálisan archiválhatók.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK TERVEZÉSÉHEZ ÁLTALÁNOS MŰSZAKI AJÁNLÁSOK

A hegesztő készülékek tervezésekor az általános gépészeti tervezési szabályok és a best practice nem kerülhető meg, pl.:

- helyzet meghatározás,
- 6 pont szabály,
- központosítás,
- tájolás,
- stabilitás,
- univerzalitás,
- pontosság,
- legkisebb hajlítókarak elve,
- kitérő torzulás elve,
- határoló vonalon belüli szorítás elve,
- leszorító és helyező erő meghatározás,

- hegesztési sajátosságok figyelembevétele,
- Poka-yoke (hibaelkerülés),
- Lean menedzsment és
- kockázatértékelés
- alkalmazása.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK TERVEZÉSI RÖVID ÚTMUTATÓ [3]

- a gyártandó munkadarabra és termékmennyiségre vonatkozó minőségi és mennyiségi előírás függvényében külön kell szerelő és készre hegesztő- készüléket készíteni – vagy egybeépíteni a két funkciót,
- a hegesztőkészülék merev, alak és mérettartó legyen, benne a behelyezett és rögzített munkadarab helyzete a művelet alatt előírt, pontos és mozdulatlan,
- a készülékben könnyen, biztosan felismerhetően kell a helyezés, a tájolás, a leszorítás helyeit megjelölni, de hegesztés alatt a készüléktest, az alkatrészek és a munkadarab nem deformálódhat,
- az egyes alkatrészek behelyezése, rögzítése és biztonságos oldása gyors és kis emberi (fizikai) erővel elvégezhető legyen,
- a munkadarab a készülékből minden körülmény között eltávolítható legyen,
- a készülékben kézi hegesztéskor a varratok „kényelmes” pozícióban (testhelyzetben) legyenek – ezzel is csökkenhet a varrathibák száma,
- a készülék olyan legyen, hogy a hegesztő és az anyagvizsgáló a munkadarabhoz, a varrathelyéhez, a kötéshez kényelmesen hozzáférjen,
- a függőlegesen lefelé irányuló és eső varratot célszerű kerülni,
- fröcskölés elleni védelmet alkalmazni a helyezőknel, a rögzítő elemeknél, a mozgóknál és a támaszoknál, ahol akadályozza a mozgást,
- minden egyes darabot külön – külön kell pozícionálni (helyezni, illeszteni, rögzíteni),

- kerülni a készülék testben (pl. az ömlesztőhegesztésből származó) hő torlódását,
- a hegesztőkészülék minden lehetséges terhelést fel tudjon venni,
- a hegesztőkészülék kezelőjét a munkához be kell tanítani,
- minden munkadarabot, ami a sorozatgyártásban érvényes rajz szerint készül, a hegesztést követően átvizsgálni és az eredményeket dokumentálni (pl. előírt érték – mért érték vonatkozásban), a kész munkadarabot csak terhelés, feszültség, deformáció mentes állapotban mérni és a mérettartást ellenőrizni,
- a hegesztőkészüléket rajzmódosításkor át kell alakítani és az új állapotot pontosan, nyomon követhetően dokumentálni és archiválni,
- a hegesztőkészülék teherviselő részének kopásait és az elhasználódásokat, sérüléseket ellenőrizni és dokumentáltan kiigazítani,
- kopás és egyéb sérülés esetén a készüléket azonnal javítani,
- a hegesztőkészüléket használat után tisztítani,
- a hegesztőkészülék (általában) merev kerete ne legyen nagyobb, mint ami szükséges – sarkok lekerekítettek legyenek,
- valamennyi tűrés figyelembevétele (csapoknál, csatlakozóknál, lemeznél,
- csapokat, csatlakozókat, prizmákat megfelelő profil alakra készíteni - a bevezető profil/fázis legyen 450- a kezelhetőség végett,
- kiálló csappantyút, csatlakozót, kézi markolatot, rögzítőt stb.- t munkavédelmi színezéssel és gyorsműködő képességű rögzítési lehetőséggel ellátni,
- a hegesztőkészülék gyártási, műveleti ellenőrző vizsgálati lapja („a mérőlap” formanyomtatványa), a minőségirányítási rendszerben meghatározott és minden egyes vizsgálat sajátosságaihoz igazított

- legyen. A hegesztési műveletre vonatkozó rajzon szereplő értéket, mint kötelezőnek előírtakat („soll”) felvinni és a mért értéket, mint „tényleges mért” („ist”) értéket erre feljegyezni, majd értékelés és külön dönteni az elfogadásról, és ezt is nyomon követhetően archiválni,
- a hegesztőkészülékre vonatkozó mérőlapnak előírás szerint kitöltöttnek, azonosítottnak és érvényesnek kel lenni,
- a hegesztőkészülék gyártásához előírt tűrések nem lehetnek nagyobbak, mint a mindenkori, bármelyik méretre, illetve alakra és helyzetre érvényes tűrésértékek fele,
- a hegesztőkészülék korrózióvédelmére a festéket a RAL – alapján megválasztani,
- a hegesztőkészülék sérülés nélkül mozgatható, szállítható, raktározható legyen,
- a hegesztési sorrendtervet, a munkautasításokat és a vonatkozó rajzokat a hegesztési munkaállásban kell sérülésmentesen tartani, megőrizni,
- kimutatást készíteni, amely tartalmazza a készülék azonosítóját, tárolási helyét, a karbantartásra, ellenőrzésre vonatkozó munka- és mérőlapokat, naplókat, biztonsági ellenőrzési dokumentumokat és azt, hogy jelenleg az üzemben hol található, stb.,
- a hegesztőkészülék tegye lehetővé a legegyszerűbb, főleg a hegesztési művelet alatti vízszintes (legtermékenyebb) hegesztési helyzetet,
- a hegesztőkészülék a munkadarabot vagy rögzítse, vagy mozgassa a hegesztési művelet alatt (az előírt hegesztési sebességgel) folyamatosan vagy szakaszosan, és/ vagy műveletek között (szakaszosan) biztosítva az újabb munkahelyzetbe állítást,
- a hegesztőkészülék legyen alkalmas hegesztés közben a folyamatos energiaellátásra, így pl. a villamos

- energia, a védőgáz, sűrített levegő stb. folyamatos szállítására, vezetésére, pl. az ív energiával történő ellátására, munkahely megvilágítására, hegesztési füst elszívására stb.
- a hegesztéskor keletkező fröcskölés a hegesztés műveletét és/vagy a munkadarab mozgását ne akadályozza,
- ömlesztőhegesztés esetében a készülék ne hevüljön túl és benne a hőelvezetés hatékony legyen,
- a hegesztőkészülék mérete, de főleg munkadarabot befogó része illeszkedjék a munkadarab méretéhez, a varrat elhelyezkedési helyéhez, a munkadarab és a rögzítők tömegének elrendezéséhez,
- a hegesztőkészülék - munkadarab rendszer legyen stabil - a munkadarabok behelyezése és a kivétele közötti műveleti időben,
- a hegesztőkészülék illeszkedjék a gyártó általános gyártási rendszeréhez, pl. az anyagmozgató rendszerhez stb.,
- a munkadarabon a szerkesztési és a technológiai bázisok jól felismerhetők legyenek,
- a hegesztőkészülék egy és/vagy több hegesztőfej felfogására legyen alkalmas,

- üzembiztos, biztonságos, környezetvédelmileg, munkavédelmileg, tűzvédelmileg és ergonómiailag kifogástalan legyen,
- az elkészült darabnak a készülékből „egyszerűen” kivethetőnek kell lenni,
- tengelyszimmetrikus darabok esetén a forgató készülék fordulatszáma változtatható legyen, az előírt hegesztési sebesség beállítása végett,
- a leszorítókat a hegesztés (a felhevülés) helyétől minél távolabbra helyezni és mozgatásuk fentről le, vagy a dolgozó irányába mozdítva (pl. húzással) feszítsenek, rögzítsenek,
- egy hegesztőkészülékben általában egyfajta (vagy max. kettő) biztonságos kezelhetőségű leszorító típust alkalmazni,
- a hegesztőkészülék által felvett erők irányát és nagyságát ismerni kell, amit a készüléknek „nagyobb” deformáció nélkül el kell viselni,
- a hegfürdő-biztosítás (megtámasztás, rézsín, kerámia stb.) kérdését külön vizsgálni,
- a munkadarab a szorító erő hatására (pl. a két pofa között) a megengedettnél nagyobb mértékben nem deformálódhat,

- vizsgálni kell, hogy milyen pontosságú (ISO IT 10 – 14) darabok helyezhetők a hegesztőkészülékbe,
- a hegesztőkészüléket lehetőleg csereszabatos elemekből „építőköveken” célszerű összeépíteni,
- a hegesztőkészüléket elkészítése után és termelésbe, üzembehelyezés előtt dokumentált előírt átvételi eljárással meg kell vizsgálni és az eredményeket dokumentálni, a használati engedélyt kiadni és a dokumentumokat archiválni.

HEGESZTŐKÉSZÜLÉK TOVÁBBFEJLESZTÉSE - GYÁRTÓSOROK:

A gyártósor olyan üzemi berendezés, amelyben lehet anyagmozgató (konveyor), hegesztő, lángvágó, forgató, szorítók, rögzítők stb., amely(ek) alkalmazásával a termék úgy készül el, hogy a gépi és a kézi műveletek az előírt technológiai, gyártási sorrendben követik egymást.

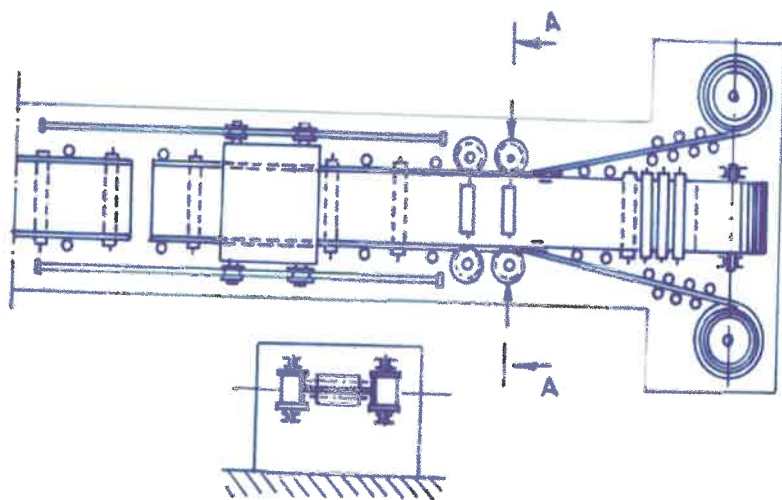
A gyártósor a technológiai gyártási sorrendbe illesztett több hegesztőkészülék egy vezérlőrendszerbe rendezve, összehangoltan készíti el a terméket.

Használatával csökkennek a gyártást kísérő mellékidők, növelhető a leolvasztási teljesítmény, egy időben, párhuzamosan több hegesztőfej működhet, a termelés szervezetesebb és a termékminőség állandónak tekinthető.

A gyártósoron végzett tevékenységek termékei lehetnek, pl.: hegesztett lemezterítékek, domborított lemezek, hajlított profilok, járművek alvázai, karosszériái stb.

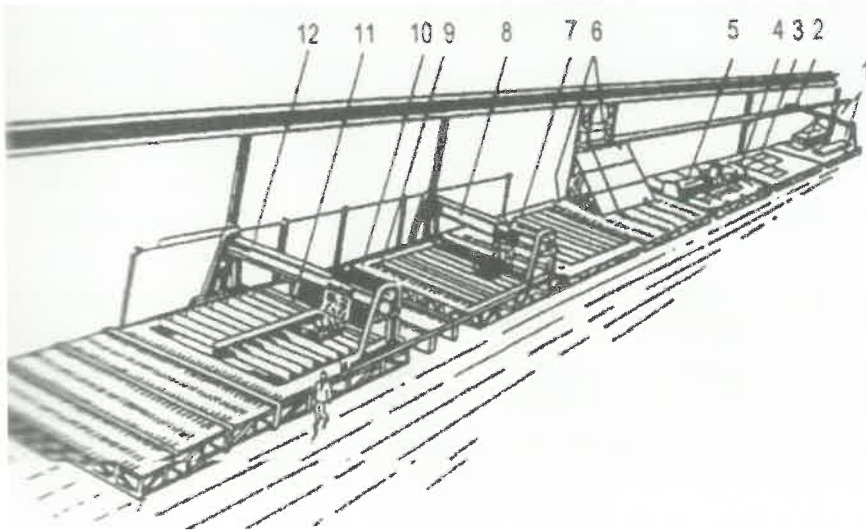
Így pl. bordázott lemezteríték gyártás változatait az 1. ábra és a 2. ábra mutatja be.

Az 1. ábra egy egyszerű eszközt mutat be, míg a 2. ábra egy összetett nagy méretű hegesztett kivitelű munkadarab készítésére alkalmas gyártósort.



1. ábra: I – szelvényt gyártósor: az öv lemezek, a gerinc lemez tekercsben vannak, ezt fejtik le és készíti el a kétoldali nyak/sarok varratokat [7]

KUTATÁS-FEJLESZTÉS



2. ábra: Gyártósor hossz és kereszt merevítőkkal szerelt „lemezeríték” gyártásához

Jelmagyarázat:

- 1 - lemeztáblatároló hely, 2 - lemezemelő mágnes,
- 3 - lemezek fűzése, 4 - hegesztés,
- 5 - tompavarratok készítése portál-hegesztő-berendezéssel, 6 - átfordító,
- 7 - merevítők helyének kijelölése,
- 8 - keresztmerevítők,
- 9 - keresztmerevítők fűzése portál hegesztő-berendezésen,
- 10 - merevítők ütemközi raktára,
- 11 - hosszmerevítők illesztése és fűzése,
- 12 - hosszmerevítők hegesztése portál hegesztő-berendezésen. [7]

Felhasznált irodalom:

- [1] angol publikáció címek – internet,
- [2] német publikáció címek – internet,
- [3] KRONE de. – internet
Richtlinien für Beschaffung, Herstellung und Abnahme von Heft – und Schweissvorrichtungen,
- [4] KRONE de. – internet -

Richtlinien für die Transport von Heft – und Schweissvorrichtungen

- [5] DIN-DVS 0929:1988 – (im Archiv-visszavont:03/1988)
Konstruktionshinweise für das MÍG/MAG – Schweißen...”Einfluß der Schweißvorrichtung auf die Gestaltung des Bauteils” - internet,
- [6] DIN 65171:2016-09:

Luft und Raumfahrt –

Abnahmeprüfungen für Vorrichtungen und Zusatzausrüstungen (für teil und vollmechanische Schmelzschweißen)... – internet,

- [7] Hegesztés és rokon eljárásai – GTE kiadás – 2007
- [8] Dr. Gremesberger Géza: 9. fejezet A hegesztési munkas zervezése p. 751 – 754.

SOYER termékek MINDEN csaphegesztési feladathoz!



Csúcsgyűjtásos csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!

Világújdonság!



SRM technológiás csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!

Világújdonság!



Ívhúzásos csaphegesztés



Automata csaphegesztő munkaállomások



2018 óta csaphegesztés oktató és vizsgaközpont

- 50 év tapasztalat
- több mint 110 sikeres vizsga
- az összes csaphegesztési eljárás

ÚJDONSÁG



SOYER Magyarország Kft. - www.soyer.hu - info@soyer.hu - +36 22/504-427

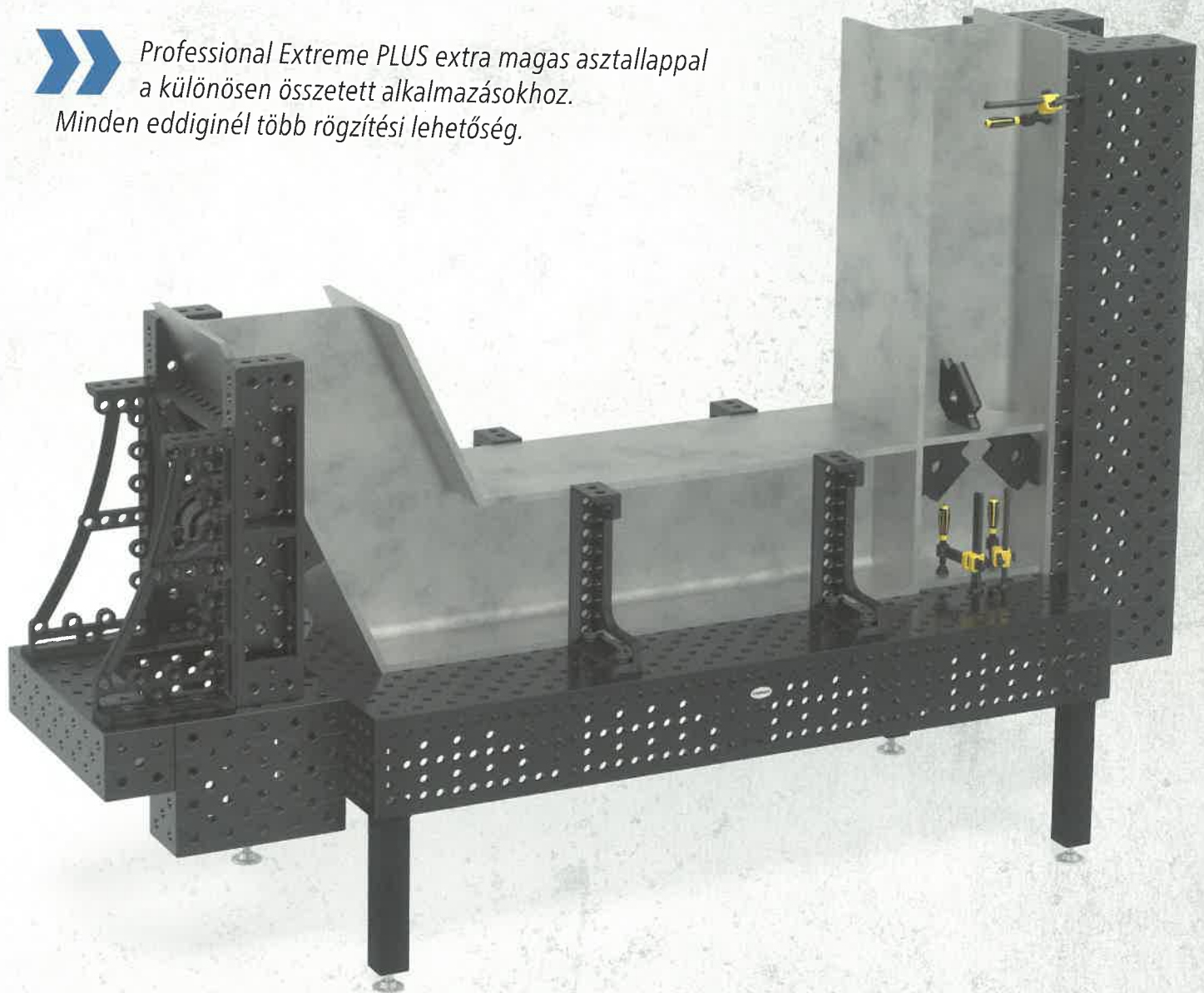
siegmund®

HEGESZTŐASZTALOK ÉS RÖGZÍTŐ RENDSZEREK



*Professional Extreme PLUS extra magas asztallappal
a különösen összetett alkalmazásokhoz.*

Minden eddiginél több rögzítési lehetőség.



**new
TABLES**

PROFESSIONAL EXTREME PLUS AZ ÚJ ASZTALSOROZAT MAGAS OLDALLAPPAL

SZÁMTALAN LEHETŐSÉG

Használja ki az extra magas oldalsó panel előnyeit, és élvezze a különféle további rögzítési lehetőségeket. Bővítse nagyban a munkaterületet.

JAVÍTOTT MEREVSÉG

A magasabb asztallapnak és bordázatnak köszönhetően javul az asztallap merevsége, és csökken a terhelés alatti deformáció.

Corweld+

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

3M
Speedglas

**A VILÁG
ELSŐ ÍVELT
LÁTÓMEZŐS
AUTOMATA
HEGESZTŐPAJZSA.**

CORWELDPLUS.HU

Lézersugárral hegesztett duplex- és ausztenites acélok korróziós viselkedése

Effect of laser beam welding on the corrosion performance of duplex and austenitic corrosion resistant steels

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
1081, Budapest, Népszínház utca 8.
fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

Ebben a munkában egy ausztenites és négy különböző duplex anyagminőséget korróziós viselkedését teszteltünk hozaganyaggal, illetve hozaganyag nélkül végzett lézersugaras hegesztés után. Az ASTM G48 szerinti lyukkorróziós tesztelés azt mutatta, hogy a 304 jelű ausztenites acéloknál a lyukkorrózió nem koncentráldott a varrat környezetére, míg a duplex acéloknál a lyukkorrózió elsősorban a varrat környezetében jelent meg, ahol jellemzően megnőtt a ferrit tartalom. A hozaganyagokkal hegesztett lemezeknél a duplex acélok varratfémében a ferrit tartalom csökkenthető. Amennyiben a varratfém inhomogén a korrózió mértéke erőteljesebb. Legkisebb korróziós sebességet nagy PREN indexű acéloknál kaptunk huzal adagolással a lehető legnagyobb sebességgel végzett hegesztéskor.

An austenitic and four different duplex stainless steels were corrosion tested after laser beam welding with and without of applying additional materials. Corrosion testing according to ASTM G48 showed for austenitic steels 304, pitting corrosion at all specimens, while for duplex steels, pitting corrosion appeared in weld metal and heat affected zone in case of autogenously welding, where the ferrite content increased. The austenite content of the welds can be increased with fillers. If the weld metal is inhomogeneous, the degree of corrosion is stronger. The lowest corrosion rate was obtained for steels with high PREN index by welding with wire at the highest speed applied

1. Bevezetés

A vas alapú ötvözetek korrózióval szembeni ellenállást passzíváló ötvözőkkel lehet elérni. A korrózióálló acélok két legfontosabb passzíváló ötvözője a Cr és Ni. A korrózióálló acélok nevét adó tulajdonságának, alapvető feltétele a Cr ötvöző tartalma, melynek legalább 11-13% - ot el kell érnie, a korrózióállóság biztosításához. A szükséges Cr tartalom révén a felületen, néhány rácsparaméternyi (50 -10 nm vastag) vékony oxid réteg jön létre (Cr_2O_3), mely megvédi az acélt a korróziótól. Ezt a réteget passzív rétegnek, a folyamatot passzíválódásnak nevezzük.

A korrózióálló acélokat szövetszerkezetük alapján korábban három csoportba sorolták: ferrites, martenzites és ausztenites korrózióálló acélok, napjainkban ezeket kibővítik a duplex acélok.

A duplex acélok nevüket a kettős, ferrit- ausztenites szövetszerkezetéről kapták, melynek köszönhetően nagy folyáshatárhoz jó korrózióállóság társul. Azonos rezisztenciahatárú duplex acélok szilárdsága, folyáshatára sokkal nagyobbak, mint az ausztenites acéloké, ezért igen sok területen használják a duplex acélokat [1-3]. A hasonló teherbírású tárgy gyártásához duplex acélok jelentős tömeg megtakarítást jelentenek az ausztenites acélokhöz képest a

nagyobb folyáshatárnak köszönhetően [4]. A kisebb nikkel tartalom az árkülönbséget tovább növeli. A nikkel árának világgpiaci ingadozása [5] szintén a duplex acélok gyártási mennyiségének növekedése felé viszi a termelést. A duplex acélok a mai modern kohászati technológiákkal, nagy biztonsággal és előre tervezhető mechanikai- és korróziós tulajdonságokkal gyárthatók.

A tengervíz felszíni hatásának kitett fémek és ötvözetek korróziós vizsgálatával és ezek értékelésével az MSZ EN ISO 11306, a korróziós fáradás vizsgálatáról az ISO 11782 szabvány rendelkezik. A pitting korróziós értékelését az ISO 11463 tartalmazza. A

KUTATÁS-FEJLESZTÉS

	Duplex acél					Ausztenites acél			
Acélminőség Számjelle	1.4162	1.4362	1.4662	1.4462	1.4410	1.4307	1.4404	1.4539	1.4539
Gyártó jel OUTOKUMPU	LDX2101	2304	LDX2404	2205	2507	4307	4404	904L	254SMO
PRE	26	28	33	35	43	18	24	34	43

1. táblázat: Néhány gyakran használt, OUTOKUMPU cégnél gyártott duplex és ausztenites acél lyukkorrózió-állósági egyenértéke [3]

korrózióálló acélokat szokták csoportosítani lyukkorrózióállósági egyenértékük szerint. A lyukkorrózió-állósági egyenérték (pitting resistance equivalent = pre) a vegyi összetételtől jelentősen függ. Számítási módja:

$$PRE = CR + 3.3 (MO + 0,5W) + 16N \quad (1)$$

Néhány napjainkban legtöbbet használt jellegzetes duplex és ausztenites acél lyukkorrózió-állósági egyenértékét a 1. táblázatban láthatjuk.

A különböző termékek gyártása során azonban igen sokszor van szükség hegesztett kötés kialakítására. A megömlésztés és a gyors lehűlés jelentős szövetszerkezeti változásokat hozhat létre, ezáltal a varrat és a hőhatásövezet az alapanyagétól jelentősen eltérő mechanikai- és korróziós tulajdonságokkal fog rendelkezni.

Az ausztenites korrózióálló acéloknak viszonylag rossz a hővezető képességük, szénacélokhöz képest nagyobb a hőtágulásuk és nagyobb a villamos ellenállásuk, ezért viszonylag kis hegesztési hőbevitellel kell hegeszteni, koncentrált hőforrásra van szükség,

arra kell törekedni, hogy minél keskenyebb hőszórtó melegítsünk fel a hegesztés során.

A lézersugaras hegesztés, mint alternatíva kézenfekvőnek tűnik a koncentrált hőbevitel és a nagy hegesztési sebesség hatására kialakuló keskeny hőhatásövezet miatt, azonban a rendkívüli hűlési sebesség hatására a szövetszerkezetben az ausztenit-ferrit fázis aránya jelentősen megváltozik.

2. Felhasznált anyagok és alkalmazott technológiák

Egy alapminőségű ausztenites szövetszerkezetű és négy különböző minőségű duplex acéllemez lézersugaras hegesztésekor lejátszódó folyamatokat vizsgáltunk. A vizsgálatra kijelölt lemezek vegyi összetétele a 2. táblázatban látható.

A lézersugaras hegesztést a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. ben végeztük. 2,5- 3 mm-es vastagságú lemezek egyik részénél az autogén hegesztésekhez Triumph TLF 5000, 5KW-os CO₂ gázlázert, ahol a plazmaképződés fokozása érdekében héliumot alkalmaztunk. A

duplex anyagok hegesztésénél kísérleteinket kiegészítettük diódapumpált, Rofin DY 027 típusú NdYAG lézerberendezésen végzett hegesztésekkel, mivel NdYAG lézerberendezésen lehetőség volt a kialakuló varratfém módosítására hegesztő huzal, illetve por adagolással. Hozaganyagok vegyi összetétele a 3. táblázatban látható. Az alkalmazott eljárások módosítják a varrat alakját, jellegét [6]. Irodalmi adatok [7] mutatják, hogy sovány duplex acéloknál a varratban különböző módszerekkel növelt ausztenit tartalom, javítja a varrat környezetének korróziós ellenállását.

Hozag- anyag	Névleges vegyi összetétel						
	Fe	Cr	Ni	Mo	Si	N	C
Metco 41C por	Fő alkotó	17	12	2,5	2,3	-	0,03
2293 LN/ 0,8 mm	Fő alkotó	22,5	8,5	3,0	0,5	0,15	0,02

3. táblázat: A hegesztéshez használt por és huzal kémiai összetétele

A kísérlet során az NdYAG berendezést 2500W-os teljesítményen használtuk. A Sulzer Metco berendezésen maximum 15 g/perces poradagolást sikerült elérni. Huzaladagoláskor 900- 1000 mm/perces huzalsebességnél jött létre megfelelő varrat szemrevételezés alapján. 1,5 mm vastagságú lemezeknél hozaganyaggal (por és huzal) való hegesztés is kivitelezhető volt a lézerfolt lemez felületén való fókuszálásával. Ezeknél a lemezeknél 1000 mm/min előtolási sebességgel való huzaladagoláskor is létrejött varrat a teljes keresztmetszetben. A 2,5- 3 mm vastagságú duplex lemezeknél huzaladagolással végzett hegesztésekor a lézernyalábot 4-6 mm-el defokuszálni kellett a lemez felületéhez viszonyítva és a lézersugár haladási sebességet legfeljebb 500 mm/percre kellett állítani megfelelő varrat ki alakulása érdekében. Szemrevételezés alapján 900 mm/min előtolási

VIZSGÁLATI ANYAG		VEGYI ÖSSZETÉTEL, TÖMEG%									
Szabványos jelölés	Gyári név / vastagság, mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu
X3CrMnNiN 21-5-1	LDX 210 / 1,5	0,023	0,66	4,97	0,022	0,001	21,49	1,51	0,29	0,228	0,25
X2CrNiMoN22-5-3	2205 / 1,5	0,019	0,37	1,42	0,022	0,001	22,4	5,8	3,16	0,177	-
X2CrNiN23-4	2304 / 2,5	0,018	0,30	1,37	0,024	0,001	23,16	4,71	0,34	0,12	0,27
X2CrNiMnMoCuN 24-4-3-2	2404 / 3	0,025	0,36	3,00	0,022	0,001	23,92	3,66	1,78	0,279	-
X3CrMnNiN 21-5-1	LDX 2101 / 3	0,022	0,67	4,97	0,022	0,001	21,52	1,57	0,29	0,213	0,32
X5CrNi18-8	304 / 2,5	0,04					18,15	8,31			

2. táblázat: A vizsgálati minták vegyi összetétele

sebességgel való huzaladagolás bizonyult megfelelőnek.

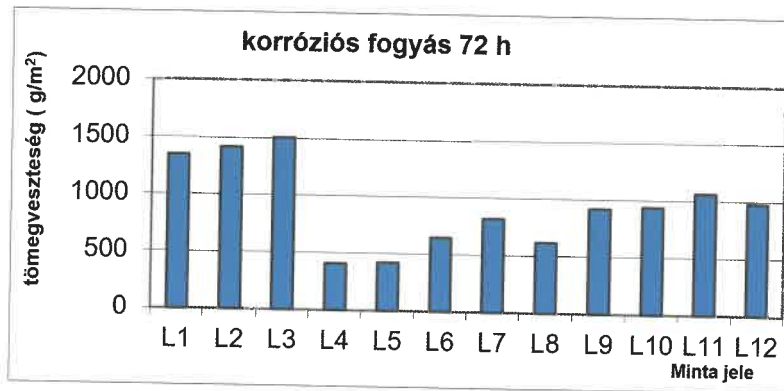
Védőgázként korona, illetve gyökvédelemre argon védőgázt használtunk.

Korróziós tesztek az ASTM G 48 /B szerint végeztem 6%-os FeCl_3 -os oldatban un áztatásos módszerrel végeztem. A vizsgálandó mintákat a varrat környezetekből munkáltuk ki a szabványban meghatározott metallográfiai mintavételezések melletti pozíciókból.

Úgy az ausztenites, mint a duplex acélok szövetszerkezetének vizsgálatakor nagyon fontos a minta előkészítése. Több lépéses csiszolást követően 3 μm és 1 μm átmérőjű gyémánt szuszpenziós polírozásra is szükség van. Ausztenites acéloknál a polírozási fokozatot szükséges elvinni a 0,05 μm átmérőjű Al_2O_3 -ot tartalmazó szuszpenzió A maratás jellemzően frissen polírozott, lemosott szárított mintákon végezhető el. Metallográfiai vizsgálataink során több marószert is kipróbáltunk. Kalling'2 marószerezellel a fázisokat meg lehetett különböztetni, de azok mennyisége nehezen határozható meg képelemző segítségével a kis kontraszt miatt.

Minta jele	alap-anyag	P[W]	v [mm/s]	f [kHz]
L1	2304	5200	8000	CW
L2	2304	3800	5000	CW
L3	2304	2000	2000	50
L4	2404	5200	6000	CW
L5	2404	3800	7000	CW
L6	2404	2000	3000	50
L7	304	5200	8000	CW
L8	304	3800	5500	CW
L9	304	2000	2500	50
L10	2404-304	5200	7000	CW
L11	2404-304	3800	6250	CW
L12	2404-304	2000	2750	50

4. táblázat: Az autogén hegesztés adatai az egyes mintacsoportoknál (CW folyamatos hullám)



1. ábra: A korróziós tesztelés után megjelenő lyukkorrózió mértéke a különböző minőségű korrózióálló acélok Triumph TLF 5000 típusú berendezéssel történt autogén lézersugaras hegesztése után

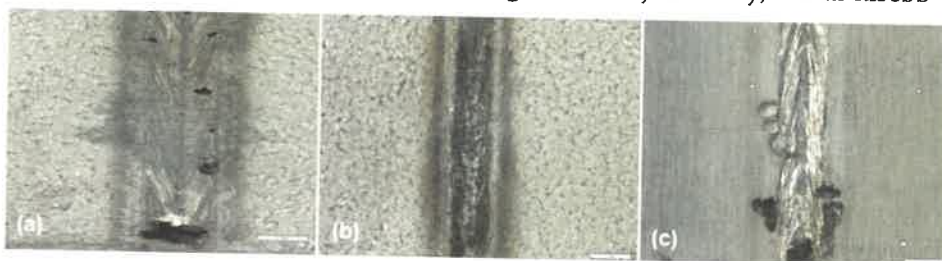
Ausztenites acélnál a legszebben a királyvíz hozta ki a szövetszerkezetet. Duplex acéloknál a fázisok megkülönböztetésére a Beraha'2 reagens (85 mL víz, 15 mL HCl, 1 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) bizonyult legmegfelelőbbnek, mivel ez az ausztenitet nem marja, a ferriten sötét, vékony szulfid lerakódás képződik [8, 9]. A fázisarányok megállapításáért nagy felbontású képeket készítettem jellemzően a teljes varratot feltérképezve, majd ezeket elemeztem J Microvision1.27 szoftverrel. A finom kiválások megkülönböztethetősége szükségessé tette a legalább 500x-os nagyítást.

3. Vizsgálati eredmények

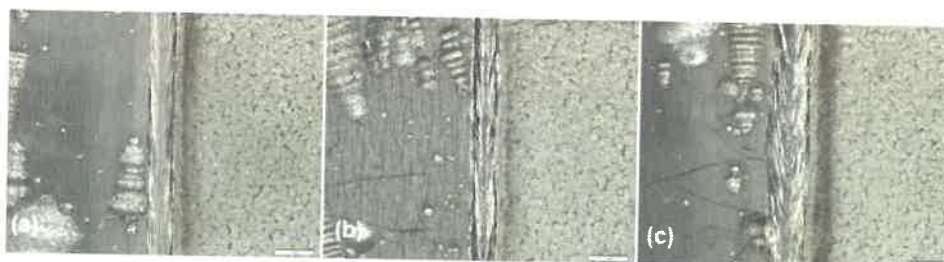
3.1. Autogén hegesztés

Trumpf TLF 5000, 5KW-os Co_2 -es gázlézerrel 7l/min mennyiségű hélium alkalmazása mellett hegesztettük a 2,5- 3 mm-es vastagságú ausztenites és duplex lemezeket, homogén és heterogén kötéseket hozva létre. A fókuszolt a lemez felületére esett. A hegesztési paramétereket a 4.táblázat szemlélteti.

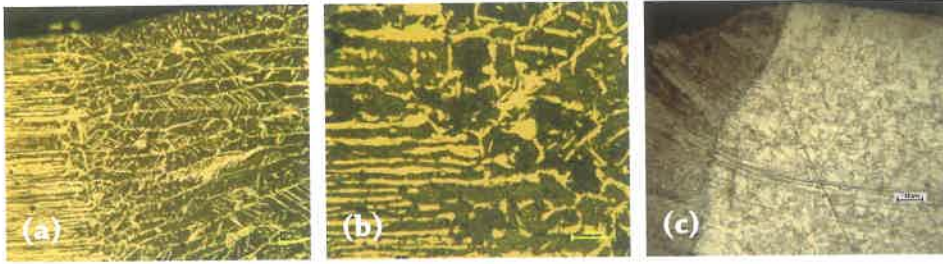
A 6%-os FeCl_3 -os oldatban való 72 órás tesztelés azt mutatta, hogy duplex acéloknál minél nagyobb volt a hegesztési teljesítmény, annál kisebb a



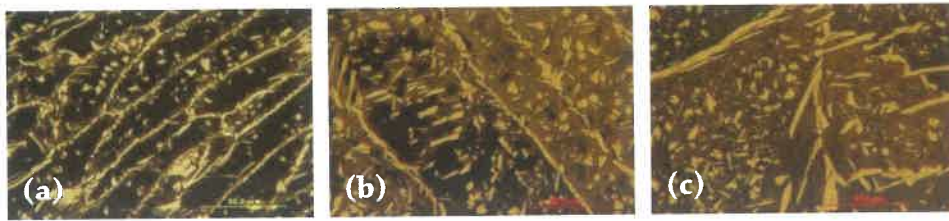
2. ábra: A korróziós tesztelés után megjelenő lyukkorrózió 2000W-on való hegesztett kötések környezetében a) 2304 acél, b) 2404 acél, c) 304 acél



3. ábra: Különböző teljesítményen hegesztett heterogén (304- 2404) kötések megjelenése 72 órás tesztelés után a) 5200W b) 3800W c) 2000W



4. ábra: Fénymikroszkópos vizsgálati eredmények a tesztelt mintákról
 a) 2404 acél lézersugaras hegesztés után Bereha'2 reagens $N_{eredeti} = 100x$
 b) 2404 acél hőhatás övezete $N_{eredeti} = 500x$, Bereha'2 reagens
 c) ausztenites acél $N_{eredeti} = 100x$. Király víz



5. ábra: A hegesztési sebesség hatása a varrat szövetszerkezetére autogén lézersugaras hegesztéskor a 2101 /1,5 mintánál; Marószér Bereha'2. Eredeti nagyítás: $N=500x$
 a) $v_{lézersugár} = 3000\text{mm/perc}$
 b) $v_{lézersugár} = 1500\text{mm/perc}$
 c) $v_{lézersugár} = 750\text{mm/perc}$

korróziós fogyása egységnyi felületre számítva (1. ábra). Ausztenites anyagok, illetve ausztenites anyag duplex anyaggal történt, autogénhegesztése után semmi ilyen jellegű összefüggést nem sikerült megállapítani.

A fénymikroszkópos vizsgálatok azt bizonyították, hogy a duplex acéloknál a varratfém ferrittartalma jelentősen több, mint az alapanyagé volt (4.a, b ábra). Az ausztenites acélnál a királyvizes maratással előhozható volt az ausztenitre jellemző ikerhatárok is az alapanyagban, a varratban és a nagyon keskeny hőhatásövezetben a jobban maródó deltaferrit megjelenési formája (4.c ábra), valamint mennyiségi növekedése is szembeűnő. Az ausztenites acél varratfémében ferritszóppal kimutatható 3-4 %-os ferrittartalom az alapanyag 0,3%-hoz képest jelentős, és okozatként megjeleníthető a varrat környezetében, több helyen jelentősebb mennyiségként kialakuló lyuk korrózió (2. c ábra).

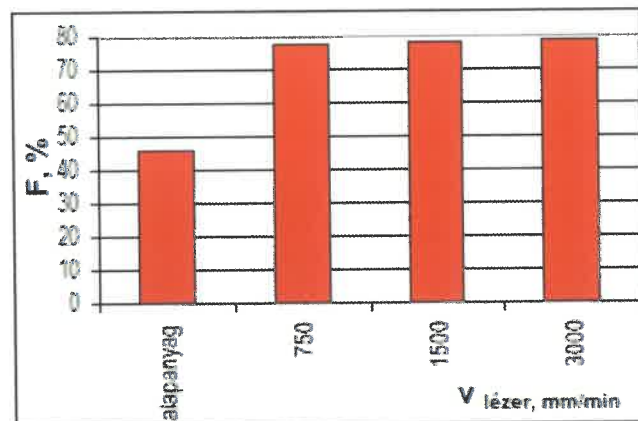
Megfigyelhető, hogy a lézersugár haladási sebességének módosítása nemcsak a varratok szélességét, de a varra-

tok szövetszerkezetét is befolyásolja. A nagyobb sebességgel való hegesztéskor a varratfémbe kialakuló szemcsék nyújtottabbak, mint a kisebb hegesztési sebességnél kialakuló szemcsék. A szemcsehatárokon látható ausztenites szemcsehatár a kisebb hegesztési sebességnél vastosabb és a szemcsék belsejében jelentősebb mennyiségű diszperz ausztenites fázis különül el, mint nagyobb sebesség alkalmazásakor, ahogy azt Bereha'2 típusú színes marószerral kiválóan láthatóvá tehető.

A hegesztési sebesség növelése egyre nyújtottabb szemcseszerkezetet indukál a varratban, ausztenit főleg a szemcsehatárokon jelenik meg nagy sebesség alkalmazásakor, míg a sebesség csökkenésekor a szemcsék belsejében is kialakulnak ausztenites fázisok. Az 5. ábrán a varratfémbe kialakuló ferrit-ausztenit megjelenését, eloszlását láthatjuk 2101 minőségű sovány duplex acélnál autogén lézersugaras hegesztéskor.

A duplex acélokban a varratfémek szövetszerkezetének képelemzős módszeren alapuló fázisanalízise azt mutatta, hogy lézersugaras autogén hegesztéskor varratfém ferrittartalma jelentősen megnő az alapanyaghoz viszonyítva, de a hegesztési sebesség növelésével a varratfém ferrit/ausztenit aránya jelentősen nem változik (6. ábra).

NdYAG lézerberendezéssel 2500 W-on hegesztett különböző minőségű duplex minták korróziós tesztelése azt mutatta, hogy a duplex acélokban lyukak a varratoknál és a hőhatás övezetben jelentek meg, de azok mérete és mennyisége az adott acélok PRE indexével mutat összefüggést. A standard 2205 jelű mintánál alig lehetett felfedezni lyukakat még 72 óra után is. Ennél a mintánál az egységnyi felületre vetített fogyás alig haladta meg a



6. ábra: A hegesztési sebesség hatása a varratfém ferrit tartalmára autogén lézersugaras hegesztésekor az LDX 2101/1,5 mintasorozatnál

15g/m². A 2404-es mintánál a varraton már nagyobb lyukakat lehetett felfedezni, a 2304 anyagú mintánál a hőhatás övezetben jelentős méretű lyukak keletkeztek. Az LDX 2101 jelű mintánál lyukak úgy a

varrat felületen, mint a hőhatás övezetben megjelentek (7. ábra).

Ahogy a lyukak megjelenésének számszerű mennyisége is, úgy az egy-egy felületre vonatkoztatott fogyás is azt mutatja hogy a korróziós folya-

matok főleg az ötvözöttséggel, a PRE indexszel vannak szoros kapcsolatban elsősorban, és nem a kialakult varratok ferrit tartalmával (8. ábra).

3.2. Duplex acélok hozaganyaggal végzett lézersugaras hegesztési varratainak korróziós viselkedése

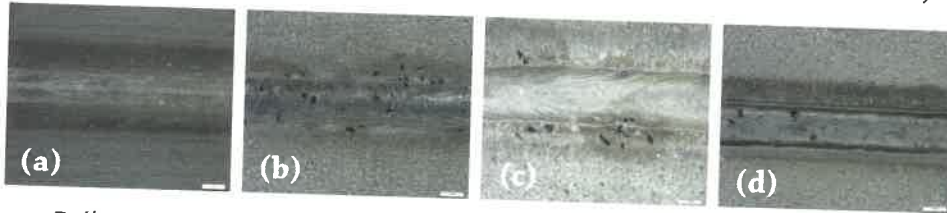
1,5 mm vastagságú lemezeknél hozaganyaggal (por és huzal) való hegesztés is kivitelezhető volt a lézerfolt lemez felületén való fókuszálásával. Teljes átolvadás 1500 mm/perces sebességgel minden esetben létrejött a vékony lemezeknél. Ezeknél a lemezeknél 1000 mm/min előtolási sebességgel való huzaladagolásakor is létrejött varrat a teljes keresztmetszetben. Duplex acéloknál a varratok ferrit tartalma jelentősen több, mint az ausztenit mennyisége, és ez különösen igaz a hőhatásövezetre (9. ábra). Ausztenites por adagolásokról a varratok inhomogének lettek (9. c ábra).

A 14 g/min mennyiségű por adagolásakor a varratfém az esetek többségében inhomogén lett. Jellemzően a varratok korona részén több lett az ausztenit, mint a varrat többi részén. A hegesztési sebesség növelése a kialakuló varrat inhomogenitását fokozta (10. ábra).

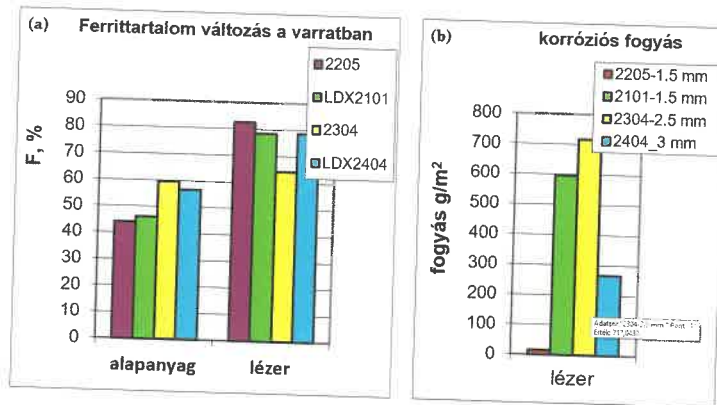
A korróziós tesztelés azt mutatta, hogy a lyukkorrózió a varratok környezetére koncentrálódott (11. ábra), ami a hőhatásövezetek és a varratok korrózióval szembeni gyengébb ellenállóképességű szövetelemek jelenlétével, és a durvább szemcseszerkezettel magyarázható (9-10. ábrák).

A por adagolással készített minta varratában megjelenő jelentős méretű lyukak a kialakult inhomogenitás miatt elektrokémiai potenciálkülönbségnek megjelenésével is magyarázható.

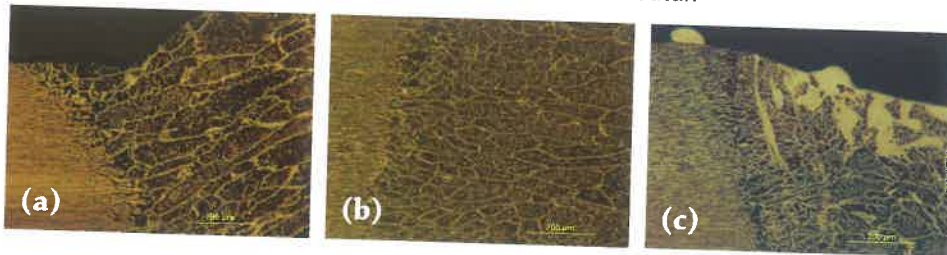
Annak ellenére, hogy a porszórással végzett hegesztéskor a varratok ausztenit tartalma megnőtt, ahogy azt a 12. ábrán is láthatjuk, nem ott lett a



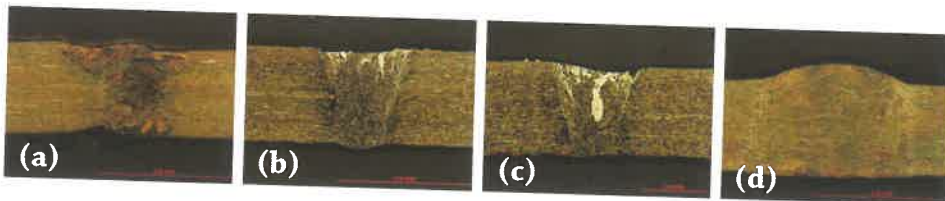
7. ábra: A korróziós tesztelés után megjelenő lyukkorrózió jelensége a különböző minőségű duplex acélok lézersugaras hegesztett mintáinál. $v_{\text{lézer}}=1500\text{mm/perc}$
a) 2205/1,5 mm minta; b) LDX2101/1,5 mm minta
c) 2304/3 mm minta; d) 2404/3 mm minta



8. ábra: A duplex anyagok autogén lézersugaras hegesztésével összefüggő változások. $v_{\text{lézer}}=1500\text{mm/perc}$
a) a varrat ferrittartalom változása lézersugaras hegesztés után
b) korróziós fogyás ASTM G48/B teszt után

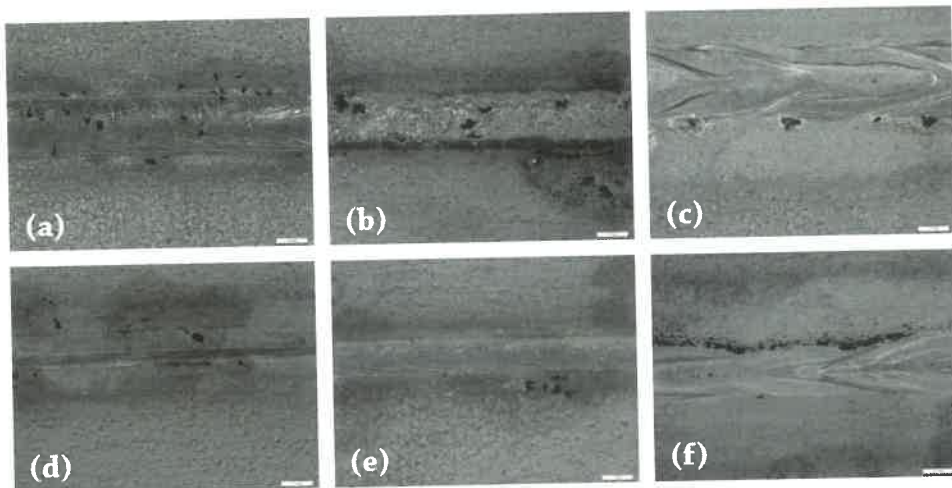


9. ábra: Hozaganyag hatása a varratok környezetének szövetszerkezetére 2205/1,5 lemezeknél. $v_{\text{lézersugár}}=1500\text{mm/perc}$



10. ábra: Hozaganyag hatása a varrat alakra 2101/1,5 lemezeknél. Marószer: Beraha'2 reagens;

- a) autogén hegesztés, $v_{\text{lézersugár}}=1500\text{mm/perc}$
- b) poradagolás 14 g/perc $v_{\text{lézersugár}}=1500\text{mm/perc}$
- c) poradagolás 14 g/perc $v_{\text{lézersugár}}=2400\text{mm/perc}$
- d) huzaladagolás 1000 mm/perc, $v_{\text{lézersugár}}=1500\text{mm/perc}$



11. ábra: Hozaganyag hatása a lyukkorrózió megjelenésére 2101/1,5 lemezeknél.

$v_{\text{lézersugár}} = 1500 \text{ mm/perc}$

- a) autogén hegesztés, korona; b) poradagolás 14 g/perc, korona
 c) huzal adagolás korona; d) autogén hegesztés varratgyök
 e) 14 g/perc-es poradagolás varratgyök; f) huzal adagolás, varratgyök

legkisebb fogyás a korróziós tesztelekor. Ahogy azt a 11. ábrán láthatjuk a poradagolással végzett hegesztéskor a korona részen relatív nagy lyukak keletkeztek (11. b) ábra). A korróziós fogyás az acélok többségénél hozaganyag adagolással csökkenthető volt. Minden esetben legkisebb fogyás a huzaladagolással végzett hegesztési varratok környezetében tapasztaltuk. (13. ábra).

4. Következtetés

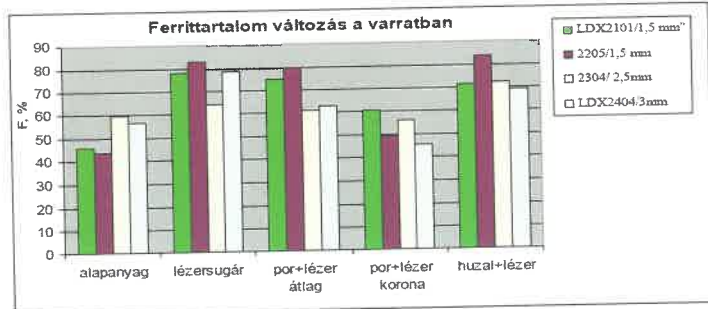
Lézersugaras hegesztéskor a varratok hőhatásövezete nagyon keskeny. Duplex acéloknál a varrat és a hőhatásövezet ferrit tartalma jelentősen megnő és alapanyaghoz képest szemcsedurvulás megfigyelhető, míg ausztenites acéloknál szemcsedurvulás nem mutatkozott.

A lézersugaras hegesztéskor a hegesztési sebesség növelése a korróziós fogyás csökkenését eredményezi.

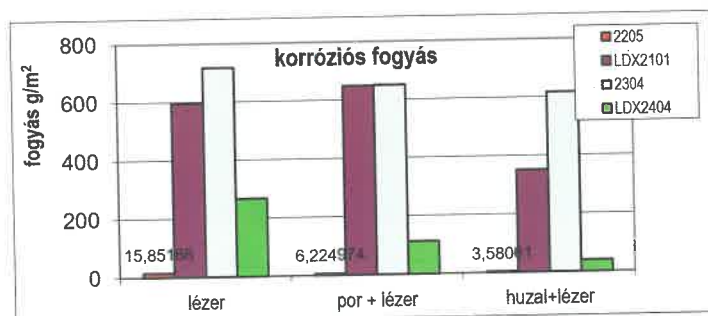
A korróziós fogyás a duplex acélok többségénél hozaganyag adagolással csökkenthető volt. Minden esetben legkisebb fogyás a huzaladagolással tapasztaltuk.

Irodalomjegyzék

- [1] Gunn, R.N., Duplex stainless steels. Abington Publishing, Cambridge, p: 1-47, 110-143, 1999.
- [2] Properties of the new duplex grade LDX 2404 - Outokumpu; <http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/Properties-of-the-new-duplex-grade-LDX-2404-Acom.pdf>
- [3] Kwang Tae Kim, Yong Heon Lee, Won Qeun Son: Duplex stainless steel having excellent corrosion resistance with low nickel; EP1838890 A1 kiadási számú szabadalmi bejelentés, 2007
- [4] Duplex stainless steel for storage tanks-Brochure; http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/Duplex_for_Storage_Tanks-brochure.pdf].
- [5] Nikkel árváltozása a tőzsdén http://www.kitcometals.com/charts/nickel_historical_large.html
- [6] Fábián, E. R., Dobránszky, J., Csizmazia, J., Ott, R. Effect of laser beam welding on the microstructure of duplex stainless steels Materials Science Forum. 885, pp. 245–250 2017, doi.org/10.4028
- [7] Westin Elin M, Fellman Anna: Effect of laser and laser hybrid welding on the corrosion performance of a lean duplex stainless steel. Journal of Laser Applications 22(4), 150-158 DOI: 10.2351/1.3533146
- [8] Varbai B, Májlinger K. Optimal etching sequence for austenite to ferrite ratio evaluation of two lean duplex stainless steel weldments. Measurement. 2019; 147:doi:106832
- [9] Varbai B, Pickle T, Májlinger K. Development and Comparison of Quantitative Phase Analysis for Duplex Stainless Steel Weld. Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. 2018; 62(3): 247–253. 2018. DOI:10.3311/PPme.12234



12. ábra: A hozaganyag adagolás hatása duplex anyagok lézersugaras hegesztésekor kialakuló varratfém ferrittartalmára, teljesen átmenő varratoknál



13. ábra: A hozaganyag adagolás hatása duplex anyagok lézersugaras hegesztett minták korróziós fogyására 72 óra után

**A technológia
az átalakuláshoz itt van.**



MACH-TECH

15. Nemzetközi gépgyártás-technológiai
és hegesztéstechnikai szakkonferencia



IPAR NAPJAI

9. Nemzetközi ipari szakkonferencia



2022. május 10-13.



hungexpo

MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkonferenciák

– Magyarország legjelentősebb üzleti találkozója
az iparban

Helyszín: HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási
Központ

A MACH-TECH és IPAR NAPJAI kiállítás-együttes évről
évre teret ad az ipari ágazatok, az egyedülálló innovációk
bemutatkozására, valamint az üzleti kapcsolatépítésre.

Betétkonferencia: VÉDŐHÁLÓ Budapest - munkavédelmi
konferencia

Egyidejű rendezvény: AUTOMOTIVE HUNGARY
Nemzetközi járműipari beszállítói szakkonferencia

Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:
www.iparnapjai.hu

Szakmai partnerek:



ARISTO 500ix

ROBUST FEED U6-TAL ÉS ROBUST FEED U8₂-VEL

AZ ARISTO® 500ix ÁRAMFORRÁS ROBUSTFEED U6 VAGY ROBUSTFEED U8₂

Az Aristo 500ix egy kiváló súly/teljesítmény arányú ipari felhasználásra szánt impulzus áramforrás, megbízható és robusztus kialakítással. A Robust Feed U6-tal vagy a Robust Feed U8₂-vel kombinálva kiváló megoldást nyújt a legnagyobb kihívást jelentő munkák elvégzéséhez.



GLOBALY CERTIFIED
MANAGEMENT SYSTEMS

ESAB / esab.com



Dr. Mikihito Hirohata¹, Shuhei Nozawa², és Prof. Dr. Jármái Károly³

Hegesztés utáni helyi hőkezelés vizsgálata híd pályalemez merevítőknél költségelemzéssel

¹ Graduate School of Engineering,
Osaka University, Japán;
hirohata@civil.eng.osaka-u.ac.jp

² Graduate School of Engineering,
Osaka University, Japán;
s-nozawa@civil.eng.osaka-u.ac.jp

³ Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és
Informatikai Kar, Magyarország;
karoly.jarmai@uni-miskolc.hu

Összefoglaló: A hőkezelés hatékonyan csökkenti a hegesztett szerkezetek maradó feszültségét. A hegesztés utáni hőkezelés (PWHT) nagyméretű fűtőberendezést (hőkezelő kemence) igényel. Nagy energiát, hosszú időt és magas költségeket jelent. A PWHT-munka költség- és energiamegtakarítási lehetőségének vizsgálata érdekében elvégezték az acélhidak merevítőlemezei helyi PWHT-jének gazdasági és mechanikai vizsgálatát. A hőkezelő kemencés PWHT szerkezet költségei 1,5-szer magasabbak voltak, mint a lemez típusú kerámia fűtőtestekkel végzett helyi PWHT kezelés költségei. Amikor a fűtőegységek számát csökkentették, és azokat ismételtelen felhasználták, a készülék költségei tovább csökkentek. Ez azonban tovább tartott, mint a hőkezelő kemencés PWHT vagy a teljes fűtőegységgel végzett helyi PWHT. A termikus rugalmas-képlékeny végelelemes (FE) elemzés a helyi PWHT hatását vizsgálta. A helyi PWHT utáni feszültségeloszlás különbözött a hegesztési maradó feszültség vonatkozásában a kemence PWHT utáni feszültségtől a helyi PWHT fűtött és nem fűtött részei közötti hőmérsékletkülönbség miatt. A maradó feszültségek helyi PWHT általi csökkentésének hatása azonban majdnem ugyanaz lett, mint a hőkezelő kemencés PWHT-é.

Kulcsszavak: Hegesztés; hegesztés utáni hőkezelés (PWHT); merevített lemez; acélhíd

Abstract: The residual stress of welded structures can be reduced through heat treatment. A big heating unit is required for the post-weld heat treatment (PWHT) (furnace). It takes a lot of energy, a lot of time, and a lot of money. An economical and mechanical analysis of the local PWHT to stiffened plate members in steel bridges was undertaken to investigate the feasibility of cost and energy savings in the PWHT operations. The cost of the furnace PWHT equipment was 1.5 times greater than the cost of local PWHT using sheet-type ceramic heaters. The cost of apparatus decreased when the number of heating units was lowered, and they were utilized more frequently. It did take longer than the furnace PWHT or the local PWHT with full heating units, however. The influence of local PWHT was investigated using a thermal elastic-plastic finite element (FE) analysis. Because of the temperature difference between the heated and non-heated regions of the local PWHT, the stress distribution after the local PWHT differed from the welding residual stress or the stress after the furnace PWHT. The effect of residual stress alleviation by the local PWHT, on the other hand, could be nearly identical to that of the furnace PWHT.

Keywords: Welding; Post-weld heat treatment (PWHT); Stiffened plate; Steel bridge

1. Bevezetés

A bordázott acéllemezeket általában acél hídszerkezeti elemekben, például hídgerendákban, pillérekben és híd pályalemezeknél használják [1-3]. A merevítőket az alaplemezekhez hegesztik a nagy hajlítási merevség biztosítása érdekében, így viszonylag vékony alaplemezek állnak rendelkezésre, és a lemezek relatíve kis súlya

érhető el. Amikor a merevítőket az alaplemezekhez hegesztik, elkerülhetetlenül hegesztési deformáció és maradó feszültség keletkezik. A hegesztett fém közelében keletkező nagy húzó hegesztési maradófeszültség csökkenti a hegesztett kötések fáradási teljesítményét [4]. A varrattól távolabb a húzó maradó feszültség elenyészésére keletkező nyomó ma-

radó feszültség csökkenti a lemezek horpadási szilárdságát [5].

A hegesztési maradó feszültség csökkentésére számos módszert dolgoztak ki [6, 7]. Ami a húzó maradó feszültség csökkentését illeti a hegesztett rész fáradási szilárdságának javítása érdekében, a sörétezással, mechanikai tömörítéssel (nagyfrekvenciás mechanikai ütés: HFMI) és ultrahangos ütéssel

történő kezelés hatékonynak bizonyult [8-10]. A mechanikus tömörítés a hegesztési varratnál helyi alakváltozást okoz. A helyi alakváltozást a kapcsolódó lemezrészek korlátozzák. Ennek eredményeképpen a hegesztési ponton képlékeny alakváltozás és nyomófeszültség keletkezik. Jól ismert, hogy a tömörítés által létrejött nyomófeszültség növeli a hegesztési varrat fáradási szilárdságát. Bár ezek a módszerek hasznosak és észszerűek, a kezelési terület helyileg korlátozott a hegesztett rész körül. Hosszú időbe telhet, amíg ezeket a helyi módszereket egy nagy szerkezet összes hegesztett részén alkalmazzák. Az egyik legelterjedtebb eljárás a maradó feszültségek csökkentésére a teljes szerkezetenél a hegesztés utáni hőkezelés (PWHT) [11]. A PWHT feszültségcsökkentő (SR) lágyításként ismert a maradó feszültségek kúszással történő csökkentésére. Korábbi tanulmányok bizonyítják a PWHT hatékonyságát a hegesztési maradó feszültségek csökkentésére több acél-szerkezetben. Huang és szerzőtársai a PWHT hatását vizsgálták az elektron-sugárral hegesztett SAE4130 acéllemezek maradó feszültségére és mechanikai tulajdonságaira vonatkozóan [12]. Paradowska és munkatársai PWHT-t alkalmaztak a hegesztett csökötetéseknél a fáradási élettartam javítására a keménység és a maradó feszültség csökkentése révén [13]. Becsléseik szerint a maradó feszültségek csökkentése hozzájárulhat a fáradási élettartam javulásához, amelyben az illesztések fáradási élettartama 2,3-szorosára és 12,7-szeresére is nőhet a PWHT nélküli esethez képest. Aung és munkatársai a PWHT hatékonyságát vizsgálták az átlapolat hegesztett kötések fáradási szilárdságának javításánál lágyacélnál [14]. Kísérletileg kimutatták, hogy a PWHT-vel hegesztett átlapolat hegesztett kötések fáradási élettartama 2,0-10,0-szorosára nőtt a PWHT nélküli esethez képest, bár a javító hatás

a fáradási terhelési körülményektől függött. Mindenesetre elmondható, hogy a hegesztett szerkezetek élettartama javul a PWHT segítségével. A PWHT magasabb költségeket igényel, mint a PWHT nélküli gyártás, azonban hozzájárul a termékek élettartamának meghosszabbításához. Ezért a PWHT alkalmazását a kezdeti költségnövekedés és a karbantartási költségek csökkenése közötti egyensúly alapján kell mérlegelni.

A PWHT során a hegesztett elemet egy termosztatikus kamrában, például egy hőkezelő kemencében tartják. Az A1 átalakulási pont alatti, viszonylag alacsony hőmérsékletet, amely alacsony széntartalmú acéloknál 723 °C körül van, használják a kezelésre. Az elem vastagsága befolyásolja a fűtési sebességet, a hőkezelés időtartamát és a hűtési sebességet. A vastag hegesztett tagok PWHT-jéhez lassú fűtési/hűtési sebességre és hosszabb hőkezelési időre van szükség. Ehhez egy hatalmas hőkezelő kemence szükséges. A nagy kemence természetesen drága, és a méretkorlátozás és a meglévő feldolgozó sor kötöttségei miatt nem könnyű üzembe helyezni.

Ezekre a nehézségekre megoldásként ebben a tanulmányban a helyi PWHT módszerét javasolják. A helyi PWHT azt jelenti, hogy a feszültségcsökkentő lágyítást a hegesztett alkatrészekre és azok környezetére helyileg alkalmazzák. A helyi PWHT módszerét a hőkezelő kemence PWHT-hez hasonlóan szintén meghatározzák [15]. A helyi PWHT acél hídelemekre történő alkalmazására az egyik szerző hosszabb ideje tanulmányokat végzett. Kimutatták, hogy a helyi PWHT lemez típusú kerámia fűtőelemek alkalmazása csökkentheti a hegesztési maradó feszültséget, és javíthatja a hegesztett elemek fáradási szilárdságát és teherbírását [16, 17].

Ez a tanulmány a helyi PWHT elsődleges alkalmazhatóságát vizsgálja

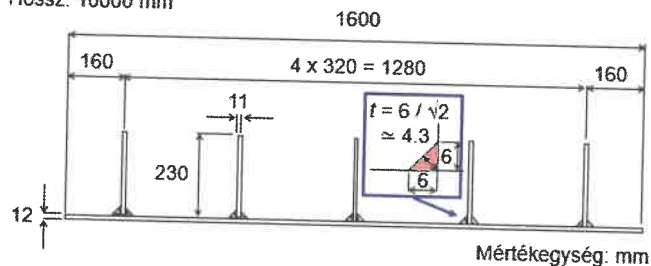
acél hídelemeknél gazdasági és mechanikai szempontból. A megcélzott hegesztett szerkezeti elem egy merevített lemez, több, fent említett hegesztett varattal. A viszonylag vékony acéllemezek alkalmasak lehetnek az alacsony hőenergiájú helyi PWHT-re. A vékony acéllemezek hőbevitelére azonban deformációt okozhat. A tényleges gyártási információk alapján egyszerű becslést és költség-összehasonlítást végeztek a kemencében történő PWHT és a helyi PWHT esetében. Továbbá numerikus szimulációt végeztek végelelemes (FE) programmal a maradó feszültségek kemencében történő PWHT és a helyi PWHT általi csökkentése hatásainak összehasonlítására.

2. A vizsgálat szerkezeti modellje

Az 1. ábra mutatja a tanulmányban vizsgálandó szerkezeti modellt. Egy 5 merevítőbordával ellátott acéllemez feltételezünk egy szekrénytartó vagy hídpályalemez részeként vagy szakaszaként. Az alaplemez vastagsága 12 mm. A merevítők méretei 230 mm magasak és 11 mm vastagok. Ezek az acél hídelemek tipikus méretei. A merevítőelemeket mindkét oldalról hegesztéssel rögzítik az alaplemezhez. A hegesztés méretét 6 mm-nek feltételezzük. A merevített lemez hossza 10 m. A merevítőelemek számát 5-ben határozzuk meg, figyelembe véve az automata hegesztőberendezés korlátait. Általában a hídgyártó vállalatoknál használt automata hegesztőberendezések párhuzamos hegesztő fűvókáinak száma 10. Ez lehetővé teszi, hogy 5 merevítőelemet egyszerre hegesztenek mindkét oldalról sarokvarrattal. A merevített lemez hosszát 10 m-ben határozzák meg, figyelembe véve a teherautóval szállítható méretek korlátozását.

Az alaplemezhez és a merevítőelemekhez használt anyag az SM400A, amelyet a JIS G 3106 [18] a hídszer-

Anyag: SM400A
Hossz: 10000 mm



1. ábra: A bordázott lemez modell

Kémiai összetétel [tömeg %-ban]					Mechanikai jellemzők		
C	Si	Mn	P	S	Folyáshatár [N/mm ²]	Szakító szilárdság [N/mm ²]	Nyúlás [%]
0.23	-	2.5 C	0.035	0.035	245	400	23

1. táblázat: Az SM400A szerkezeti acél jellemzői (vastagság 16 mm alatt)

kezeti elemekhez használt egyik legelterjedtebb szerkezeti acél. Az 1. táblázat a kémiai összetételre és a mechanikai tulajdonságokra vonatkozó adatokat mutatja.

3. PWHT feltételek és a fűtőberendezés

3.1. PWHT körülmények

A 2. táblázat a JIS Z 3700 [15] által a szerkezeti acélokra meghatározott PWHT feltételeket mutatja. A hegesztési sebességet, a hűtési sebességet és a hőntartási időtartamot a sarokvarrat dolgozó mérete határozza meg. A hőntartási hőmérsékletet 595 °C-ban határoztuk meg lágyacélok esetében. Ezeket a feltételeket akkor alkalmazzuk, ha a hőmérséklet meghaladja a 425 °C-ot, mivel a szerkezeti acél kúszó alakváltozása ebben a hőmérséklettartományban jelentkezhet [19]. Ha a hézagolt hegesztés dudor mérete 6 mm, ahogy az 1. ábrán látható, a t dolgozó méret körülbelül 4,3 mm lesz, ami kisebb, mint 25 mm. Ezért a maximális fűtési sebesség 220 °C/h, illetve

a hűtési sebesség 280 °C/h lehet. Ugyanígy a minimális hőntartási idő 1/4 óra (25 perc) is alkalmazható. A 2.a) ábra a vizsgált merevített lemez PWHT-jére alkalmazott hőmérséklet-előzményeket mutatja. A 425 °C-os tartomány alatt nincs szükség hőmérséklet-szabályozásra. Az egyenletes fűtési és hűtési sebességet azonban feltételezzük, mivel a hőforrás szabályozhatósága és kapacitása ismeretlen a megadott értéknél nagyobb fűtési és hűtési sebesség esetén.

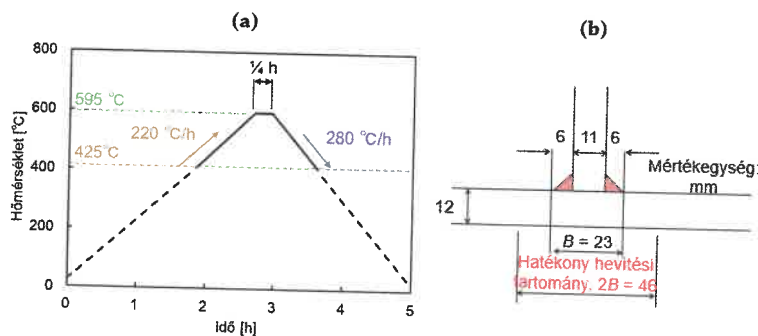
A hőkezelő kemencés PWHT esetében a hőmérséklet-előzményt a kemencében kezelendő hegesztett elemre alkalmazzák. Ezért a hőmérséklet várhatóan egyenletes lesz az egész szerkezetben. Másrészt a helyi PWHT lehetővé teszi a hegesztési varratok körüli korlátozott rész felmelegítését. A fűtési tartománynak viszont elegendőnek kell lennie. A fűtési tartománynak legalább a hegesztési varrat vastagságának kétszeresének kell lennie mindkét oldalon a hegesztési varrat maximális szélességétől, B. Amint a 2.(b) ábra

mutatja, a tényleges fűtési tartomány, 2B több mint 46 mm lesz. Ebben a tartományban a hőmérsékletkülönbségnek kisebbnek kell lennie, mint 150 °C a fűtési szakaszban és 85 °C a hőntartási szakaszban.

3.2. Fűtőberendezés

3.2.1. Hőkezelő kemencék a PWHT-hez

A rendelkezésre álló fűtőkészülékről feltételezzük, hogy alkalmas a merevített lemez kemencében történő PWHT vagy helyi PWHT megvalósítására. A kemencés PWHT-hez általában a 3. ábra a) pontjában látható nagyméretű, gázlánggal vagy elektromos fűtéssel működő kemencét használnak. A hőkezelési szakemberek munkatapasztalatai alapján a kemence belső oldalának 11 m hosszúnak, 3 m szélesnek és 1 m mélynek kell lennie a feladat számára. A hőenergia kapacitásának 200 kW-300 kW-nak kell lennie. Ezután a kemence építési ára körülbelül 30 000 000 JPY lesz. A 2021. júliusi euróárfolyamot alkalmazva (130,80 JPY/EUR) ez 229 358 EUR.



2. ábra: (a) Hőmérséklet-előzmény a PWHT esetében; (b) Hatékony fűtési tartomány a helyi PWHT esetében

Hevítési arány [°C/h]	Hűtési arány [°C/h]	Hőntartási hőmérséklet [°C]	Hőntartási idő [h]
Specifikációk a JIS Z 3700 szerint			
220 x 25/t Max: 220	280 x 25/t Max: 280	595	25/t Min: 1/4
t = 6/√2 4.3 [mm]			
220	280	595	1/4

2. táblázat: A JIS Z 3700 által meghatározott PWHT feltételek (a hőmérséklet 425 °C felett van)



(a)



(b)

3. ábra: (a) Kemencék PWHT-hez; (b) Lemez típusú kerámia fűtőberendezés

3.2.2. Lemez típusú kerámia fűtőberendezés helyi PWHT-hez

A 3. ábra b) részén látható lemez típusú kerámia fűtőberendezés hatékony a helyi PWHT-hez. Ez a fűtőberendezés elektromosan fűtött huzalból és az azt körülvevő kerámiadarabokból áll. A fűtőtest alakja és mérete rugalmasan változtatható az elektromosan fűtött huzal hosszának és a kerámiadarabok számának beállításával. A korábban beprogramozott hőmérsékleti előzményadatokat automatikusan szabályozzák a hőbevitelt. Az elektromos teljesítmény úgy változik, hogy a céltárgyon lévő hőelemek által megfigyelt hőmérséklet a programozott előzményeket kövesse. A fűtőelemet hőszigetelő anyag, például üvegszálak veszik körül. A hőszigetelés csökkentése érdekében a hőszigetelés a fűtőelemre és a céltárgy egyéb részére kerül. A fűtőelem és a hőszigetelés kombinált egységét használják a helyi PWHT-hez. A szerzők megvizsgálták ennek a lemez típusú kerámia fűtőberendezésnek az alkalmazhatóságát hegesztett kötések, például lemezre hegesztett trapéz alakú merevítők PWHT-jére [16, 17]. A maradó feszültségek PWHT általi csökkentése minden próbatípusnál igazolható volt.

Egy fűtőegység összeszerelésekor, beleértve a fűtőegységet, a hőszigetelést és a vezérlőt, a költségek a fűtőegység méretétől függenek. A hőkezelési szakértők munkatapasztalatai alapján egy 75-100 mm széles és 11 m hosszú fűtőegység költsége 4 000 000 JPY. A 2021. júliusi euróárfolyamot alkalmazva (130,80 JPY/EUR) ez 30 581 EUR.

4. A PWHT költség- és időbecslése

Itt a hőkezelő kemence PWHT és a helyi PWHT költségeit és idejét becsüljük meg és hasonlítjuk össze egymással. A kemencés PWHT egyszerűen 30 000 000 JPY (229 358 EUR) készülék-költséget igényel. A PWHT ideje körülbelül 5 óra, amint azt a 2. ábra a) pontja mutatja. Másrészt a helyi PWHT-nek a fűtőegységek számától függően többféle mintája van. Ha a merevítőelemek körüli 5 hegesztett részt egyszerre 5 fűtőegységgel melegítik, a PWHT ideje megegyezik a kemence PWHT idejével. Ha az első ciklusban 3 fűtőegységet alkalmaznak a 3 hegesztett részre, akkor a fennmaradó 2 hegesztett részt az első ciklus befejezése után 2 fűtőegységgel melegíthetik. A 3 fűtőegység lehetővé teszi, hogy a helyi PWHT-t 2 ciklusban végezzük el (3 egység x 1 ciklus és 2 egység x 1 ciklus). Ugyanígy 2 fűtőegység 3 ciklust igényel (2 egység x 2 ciklus és 1 egység x 1 ciklus).

lus) a PWHT-hez. Ez 25 órát vehet igénybe (5 óra x 5 ciklus), ha csak 1 fűtőegységet használunk az 5 hegesztett alkatrészen egyenként.

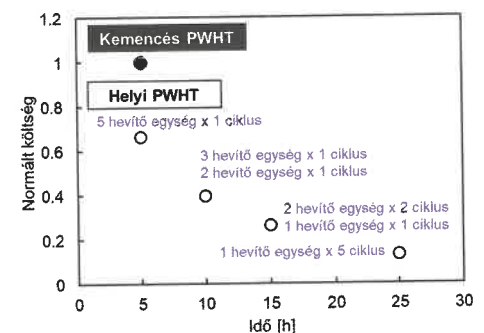
A 4. ábra mutatja a becsült költség és a PWHT-idej közti kapcsolatot. A költségeket a kemencés PWHT költségeivel normalizáltuk. Az öt fűtőegységgel végzett helyi PWHT alacsonyabb költséget igényel, mint a kemencés PWHT. A fűtőegységek számának csökkentésével a költségek csökkenthetők. Azonban a PWHT-hez hosszabb időre lesz szükség. Elmondható, hogy a fűtőegységek számát a költségek és az idő közötti kompromisszumos kapcsolat mérlegelésével kell meghatározni.

5. A kemencés PWHT és a helyi PWHT FE-elemzése

5.1. FE-modell

Egy sor numerikus szimulációt végeztek FE-elemzéssel a helyi PWHT hatásának vizsgálatára a további alakváltozás keletkezésére és a feszültségmentesítésre a kemencében végzett PWHT-hez képest.

A merevített lemezszerkezetre vonatkozó FE-modell az 5. ábrán látható. A vizsgálathoz az ABAQUS Ver. 6.14 kereskedelmi FE-programot használtak. A kapcsolt hőmérséklet-elmozdulás analízis funkciót választották. Általában háromdimenziós szilárd elemeket használtak a hegesztési szimulációhoz a hegesztés geometriájá-



4. ábra: A kemencés PWHT és a helyi PWHT költsége és ideje közötti kapcsolat

nak modellezésére. Továbbá a szilárd elemek szükségesek a háló lemezvastagság irányú felosztásához. A szilárd elemek használata azonban növeli a csomópontok számát, ami hosszabb számítási időt eredményez. Az ilyen jellegű problémák megoldására a szerzők 4 csomópontos héjelemek használatát javasolták a hegesztési szimulációhoz [23-25]. Ebben a javasolt módszerben a hegesztés által bevitt hőmennyiséget a héjelemek integrációs pontjaiba koncentrált hőáramra idealizálták a horony alakja és a hegesztés alakja által okozott hőenergia-eloszlás figyelembevételével. A csomópontok száma kevesebb lehetett, mint a tömör elemeket tartalmazó modellé. A korábbi tanulmány eredményei azt mutatták, hogy a vékonylemezes tompahegesztett kötések és a T alakú csőhegesztett kötések szimulációjának számítási ideje több mint 90 %-kal lerövidült a szilárd elemekkel modellezett esethez képest. A héjelemekkel modellezett szimuláció pontossága azonban majdnem azonos volt a szilárd elemekkel modellezett esettel. Ilyen hatékonyság érdekében ez a tanulmány is a 4 csomópontú héjelemeket alkalmazta a modell összeállításához.

Ebben a tanulmányban kétféle elemzési modellt hoztunk létre. A hosszú modell teljes hossza 10 m volt (5. a) ábra). A rövid modell hossza 1 m volt (5. ábra (b)).

Bár a két modell hossza eltérő volt, a hálófelosztás megegyezett egymással. A hálóméret a hegesztési (x) irányban rendszeresen 50 mm volt. Az alaplemez és a merevítőelem közötti csatlakozó részt szabálytalanul osztották fel a hegesztés képzeletbeli alakjának figyelembevételében, amint azt később ismertetjük. A rövid modellt a számítási idő megtakarítása miatt vizsgálták a kiterjesztett modellhez képest. A hegesztés és a PHWT a hosszú, folytonos szerkezeten, mint a merevített lemez, hosszirányban egyenletes állandósult állapotot eredményezhet. Ezért a rövid modell által kapott eredmények egybeeshetnek a hosszú modell által kapott eredményekkel a két modell középtávolságánál, ahol a modellek széleinek hatása kicsi.

A 6. ábra mutatja az elemzés során használt fizikai állandókat és mechanikai tulajdonságokat. Ezek a korábbi kutatásokban [20-22] említett hőmérsékletfüggő típusok. A feszültségnyúlás görbét az ideálisan rugalmas-képlékeny típusal modelleztük. Ami a keményedési törvényt illeti, a folyáshatár változását nem vettük figyelembe. A hegesztett alkatrészeknek az alapfémmel (SM400A) azonos anyagjellemzőket adtunk meg.

Mechanikai peremfeltételként a merev test elmozdulását rögzítettük az 5. ábrán látható módon. Mind a hegesztési folyamatnak, mind a PWHT

folyamatnak vannak termikus peremfeltételei a számítás során.

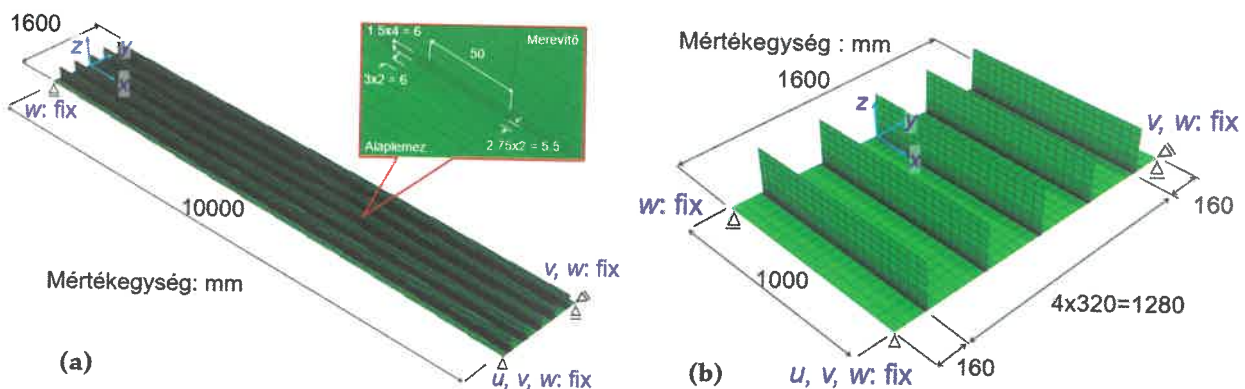
5.2. A hegesztési folyamat szimulációja

5.2.1. Elemzési feltételek

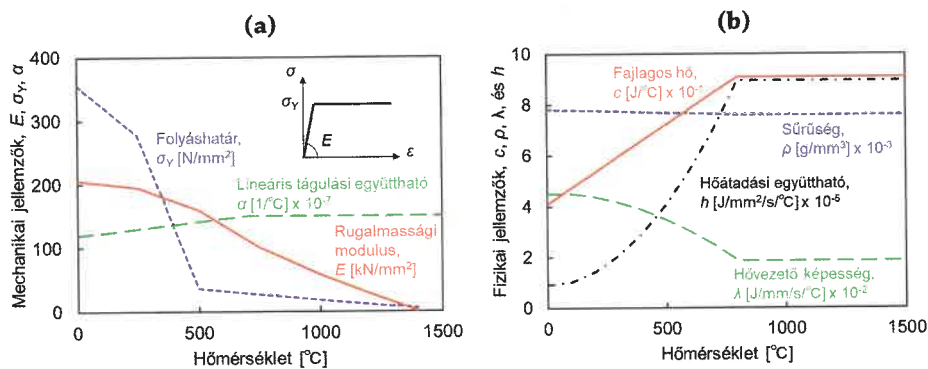
Feltételeztük, hogy a védőgázas ívhegesztéssel történő párhuzamos hegesztést az összes merevítőelem mindkét oldalán egyidejűleg végezzük. A hőenergiát az (1) egyenlet alapján számoltuk ki a hegesztési feltételek alapján. Amint a 7. ábra mutatja, a hőenergiát a merevítők elemének a hegesztett fémnek megfelelő integrációs pontjaira és a hegesztett fémhez csatlakozó alaplemez felületére alkalmaztuk [25].

$$Q = \frac{VC}{v} \quad (1)$$

Itt Q a hegesztéssel bevitt hőmennyiség [J/mm], V a hegesztési feszültség [V], C a hegesztési áram [A] és v a hegesztési sebesség [mm/s]. A hegesztési feltételek a tényleges gyártási információkra vonatkoznak, mint például a V = 31 [V] feszültség és a C = 280 [A] áram, valamint a v = 6,83 [mm/s] sebesség. A hőenergiát mozgó hőforrásként egymás után juttattuk a hegesztett alkatrészekre. A koncentrált hőáram, q_s , és a felületi hőáram, q_f , nagyságát a (2) és a (3) egyenlet alapján számoltuk ki. Az egyes fűtési lépéseknél a varratban lévő hőenergia



5. ábra: (a) Hosszú modell az FE-elemzéshez; b) Rövid modell az FE-elemzéshez



6. ábra: (a) Mechanikai jellemzők; (b) Fizikai konstansok és hőáramlási jellemzők

Q_v volt. Ezt a hőenergiát a varrat és a merevítő közötti érintkezési felület, A_s , és a varrat és az alaplemez közötti érintkezési felület, A_b , hányadosa alapján osztottuk fel a merevítőre és az alaplemezre. Ebben az esetben az A_s és az A_b területe azonos volt, ezért a varratban lévő hőenergia fele a merevítőre és az alaplemezre jutott.

$$q_i = \frac{A_s}{A_s + A_b} \frac{Q_v}{n_i} \quad (2)$$

$$q_s = \frac{A_b}{A_s + A_b} \frac{Q_v}{A_b} \quad (3)$$

Itt q_i a koncentrált hőáram a hegesztés integrációs pontjaiban (J/s), q_s a felületi hőáram a varrat és az alaplemez közötti érintkezési felületen (J/s/mm²), A_s a varrat és a bordáslemez közötti érintkezési felület keresztmetszete (mm²), A_b a varrat és az alaplemez közötti érintkezési felület keresztmetszete (mm²), és n_i

az integrációs pontok száma a varrat részen. Ezeket a koncentrált hőáramokat és a felületi hőáramokat a következő lépésben kézzel alkalmaztuk a varratokhoz kapcsolódó elemekre.

A hegesztési folyamat során a teljes modell külső felületéről a levegőbe történő hőátadást tekintettük termikus peremfeltételeknek.

5.2.2. Elemzési eredmények

A 8. a) ábra a hosszú és a rövid modell hegesztési hőmérséklet-történetét mutatja a merevített lemezek alján, a központi merevítő alatt. A hosszú modell és a rövid modell idejét úgy rendeztük el, hogy azok a pontok, amikor a hőforrások hosszirányban áthaladnak a középső szakaszon, megegyezzenek egymással.

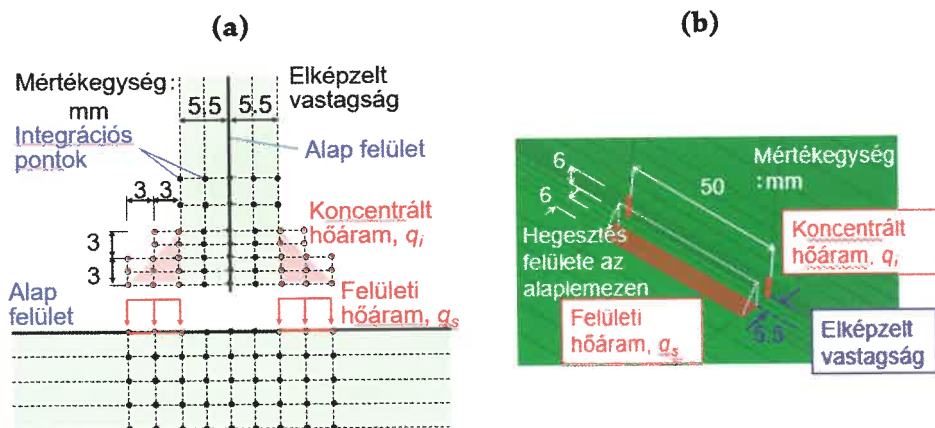
A 8. (b) ábra a hosszú és a rövid modellek síkbeli hegesztésen kívüli alakváltozásait mutatja a középtartóknál. A 8. ábra (c) a hosszú és a

rövid modellek hosszirányú maradó feszültségkomponenseit mutatja a középtartományban. A hosszú és a rövid modellek hőmérséklet-története, hegesztési alakváltozásai és maradófeszültségei a középtartományokban közel azonosak voltak, mivel ott kialakulhatott az egységes állandósult állapot. Ez azt jelenti, hogy a rövidebb modell alkalmas a hőtörténeteknek kitett merevített lemez alakváltozási és feszültségállapotai jellemzőinek értékelésére. Ezért csak a rövid modellt használtuk a következő szimulációkhoz, amelyekben összehasonlítjuk a kemencében végzett PWHT és a helyi PWHT által okozott síkra merőleges alakváltozásokat és maradó feszültségeket.

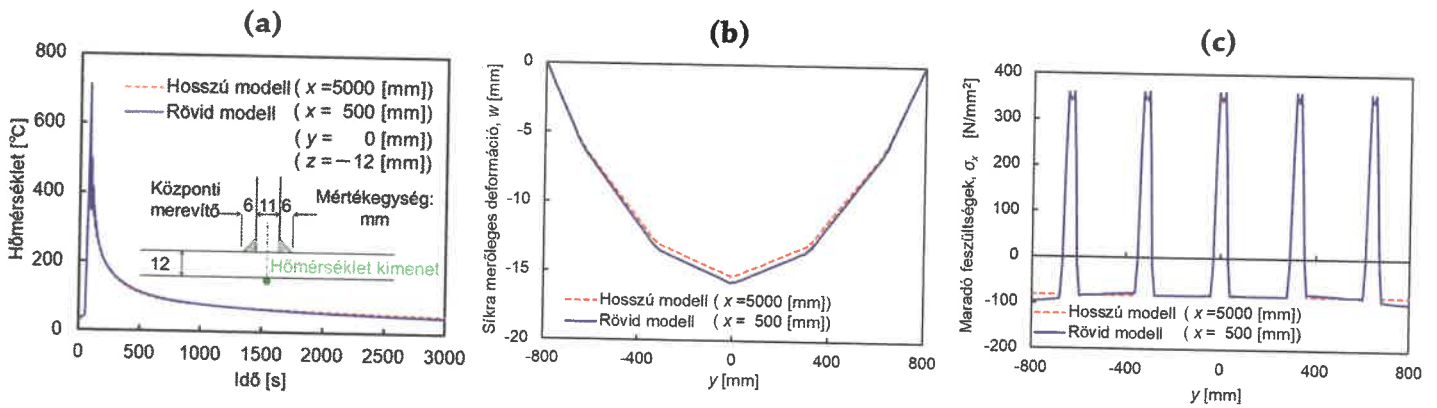
5.3. A PWHT folyamat szimulációja

5.3.1. Elemzési feltételek

A kemencés PWHT és a helyi PWHT alkalmazását feltételeztük a merevített lemezre. A kemencés PWHT esetében a hegesztési folyamat befejezése után a 3. ábrán látható hőtörténetet alkalmaztuk a modell összes külső felületére. A kemencén belüli környezet figyelembevétele érdekében a hőátadási együtthatót nullára állítottuk. A 9. ábra mutatja a fűtőtestek pozícióit és a hőmérséklet kimeneti pozícióit a helyi PWHT esetében. A fűtőtest szélességét (100 mm) a JIS Z 3700 szabvány hatékony fűtési tartományának megfelelőnek vettük, a hőkezelési szakértők munkatapasztalataira hivatkozva (9. ábra (a)). A fűtési terület körüli hőmérséklet-előzmények megerősítése érdekében a hőmérsékletet a 9. b) ábrán látható 6 ponton követték nyomon a központi merevítőelem körül. A kemencés PWHT-jével megegyező hőtörténetet csak a kerámia fűtőegységek helyzetének megfelelő felületekre alkalmazták. A hőátadási együtthatót a felületeknél nullára állí-



7. ábra: (a) Hőbevitel a hegesztett fémrészekbe; (b) Hálófelosztás a csatlakozó rész körül



8. ábra: (a) A hegesztési hőmérséklet alakulása; (b) A hegesztés síkra merőleges alakváltozásai; (c) A hegesztési maradó feszültségkomponensek x irányban

tották, feltételezve, hogy a teljes merevített lemezt teljes egészében beborítja a szigetelőanyag.

A PWHT-szimuláció során figyelembe kell venni a lágyítás hatását. A korábbi tanulmányok a lágyítási hatást a kúszó alakváltozás figyelembevételével modellezték [14, 26, 27]. Bár a szimuláció pontossága nagy lehet a kúszó alakváltozás figyelembevételével, de bonyolult számítási eljárásra van szükség. Ezért ebben a tanulmányban az ABAQUS szoftverben indított lágyítás funkciót használtuk. A lágyítási hatás egyszerű figyelembevétele érdekében ez a funkció a felhalmozott képlékeny alakváltozást nullává teszi, amikor a hőmérséklet elér egy meghatározott értéket (lágyítási hőmérséklet). A lágyítási hőmérsékletet ebben az elemzésben 425 °C-ra állították be. A lágyítási függvény ABAQUS-ban történő használatához az anyag keményedési törvényeként az ideálisan rugalmas-képlékeny anyagtípusát kell alkalmazni. Mivel ebben a tanulmányban ezt a keményedési törvényt használták az elemzés során,

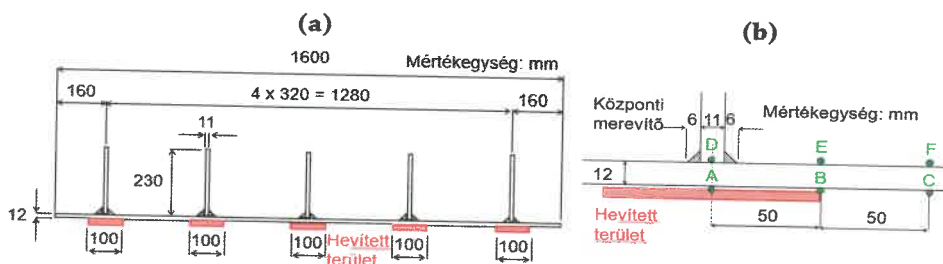
a kapott eredmények pontosságát ezek korlátozott feltételei mellett kell megvitatni. A pontosabb szimuláció a kúszó alakváltozás, a kinematikus keményedés figyelembevételével a jövőbeli munkák részét képezi.

5.3.2. Elemzési eredmények

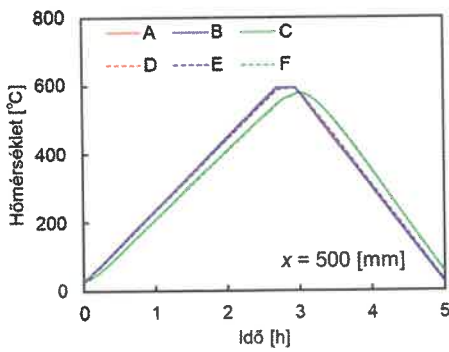
A 10. ábra a helyi PWHT-folyamatok során kialakuló hőmérséklet-történeteket mutatja. A kemencés PWHT esetének hőmérséklete természetesen követte a kijelölt előzményt, mivel a modell minden csomópontjában a hőmérsékletet erősen szabályozták. A helyi PWHT eset hőmérséklete csak a fűtési területen (A és B pontok) követte a kijelölt előzményeket. Mivel az alaplemez vékony volt, a fűtési terület ellentétes felületén (D és E pontok) a hőmérséklet szinte azonos volt. A fűtési terület középpontjától 100 mm-re lévő pontokon (C és F pont) a hőmérséklet viszonylag alacsonyabb volt; az A és F pontok közötti maximális hőmérsékletkülönbség 51 °C volt.

A PWHT előtti és utáni síkbeli alakváltozást a 11. ábra (a) mutatja. A kemencében végzett PWHT és a helyi PWHT által keltett síkbeli alakváltozások kicsik voltak. A 11. (b) ábra a PWHT előtti és utáni maradó feszültséget mutatja. A 12. ábra a kemence PWHT és a helyi PWHT feszültségeloszlásait mutatja. Az ábrák az alaplemez felső felületének hegesztési (x) irányú, σ_x maradó feszültségét mutatják.

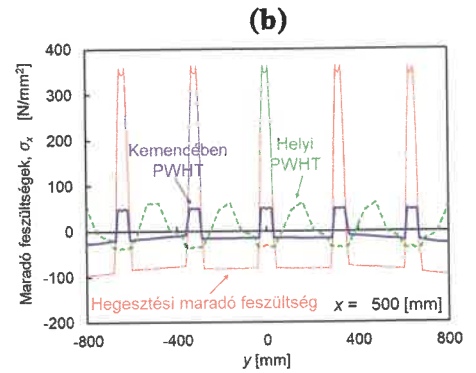
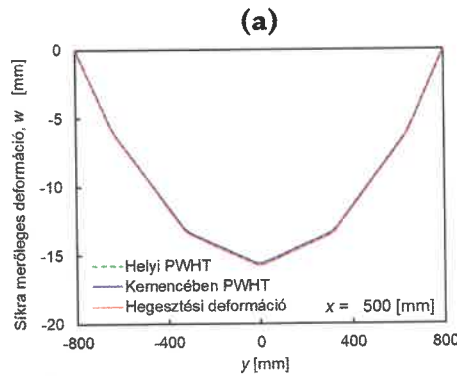
A hegesztési maradó feszültséget a kemencében végzett PWHT eléggé fel tudta oldani. A kemencében végzett PWHT hatására a hegesztési maradó feszültség a maximális húzófeszültség 14 %-a lett. Másrészt a helyi PWHT feszültségeloszlásának tendenciája lényegesen megváltozott. A merevítőelemek körüli feszültség a húzásról nyomásra változott. A merevítőelemek közötti területeken a feszültség a nyomásról húzásra változott. A nem melegedő területen a hőmérséklet a melegítési folyamat során alacsonyabb volt, mint a melegedő területen. Ez a hőmérsékletkülönbség okozhatta a feszültségeloszlás tendenciájának megváltozását. A hűntartási idő után és a hűtési folyamat során azonban magasabb lett a feszültség a nem fűtött területeken, miközben a fűtött területen csökkent. A helyi PWHT hatására a hegesztési maradó feszültség a maximális húzófeszültség 17%-a lett. Annak ellenére, hogy a feszültségeloszlás tendenciája



9. ábra: (a) Fűtési terület a helyi PWHT-hez; (b) A hőmérséklet kimeneti pontjai a helyi PWHT során



10. ábra: Hőmérséklet változás a helyi PWHT esetén



11. ábra: (a) Síkra merőleges deformációk a kemencés PWHT-nél és a lokális PWHT-nél; (b) Maradó feszültség eloszlás a kemencés PWHT-nél és a lokális PWHT-nél

nem volt hasonló a kemencés PWHT-éhoz, elmondható, hogy a helyi PWHT feszültségcsökkentő hatást ért el.

6. Következtetések

Elvégezték a hegesztés utáni hőkezelés (PWHT) alkalmazásának gazdasági és mechanikai vizsgálatát acélhidak merevített lemezelemeinél. A kapott főbb eredmények a következők.

(1) Megbecsülték és összehasonlították a kemencés PWHT és a helyi PWHT költségeinek szükségességét a merevített lemezeknél. A lemez típusú kerámia fűtőelemekből összeállított helyi PWHT készülék költségei a kemencés PWHT költségeinek 67 %-át tették ki.

(2) A helyi PWHT költsége és hatékonysága a fűtőegységek számától függött. Amikor a fűtőegységek számát csökkentették, és a fűtőegységeket többször használták, a készülék költségei alacsonyabbak lettek. Ez

azonban tovább tartott, mint a kemencés PWHT vagy a teljes fűtőegységekkel végzett helyi PWHT kezelés.

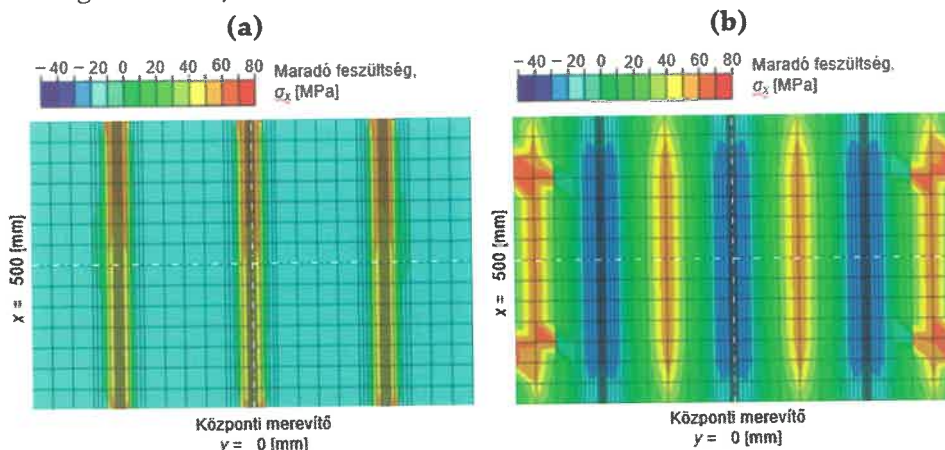
(3) Termikus rugalmas-képlékeny végeelemes (FE) elemzést alkalmaztak a helyi PWHT hatásának vizsgálatára. A PWHT teljes és helyi síkra merőleges alakváltozásai minimálisak voltak. A kemencében végzett PWHT megfelelően tudta csökkenteni a hegesztési maradó feszültséget. A kemencében végzett PWHT hatására a hegesztési maradó feszültség a maximális húzófeszültség 14 %-a lett.

(4) A helyi PWHT feszültségeloszlásának tendenciája különbözött a kemencés PWHT-étől. A merevítőelemek körüli feszültség a húzásból nyomássá alakult. A merevítőelemek közötti területeken a feszültség húzásból nyomássá vált. A nem fűtési területen a hőmérséklet a fűtési folyamat során alacsonyabb volt, mint a fűtési terüle-

ten. A hőtartási idő után és a hűtési folyamat során azonban magasabb lett a feszültség, miközben a fűtött területen csökkent. Ez a hőmérsékletkülönbség okozhatta a feszültségeloszlás tendenciájának megváltozását.

(5) Annak ellenére, hogy a feszültségeloszlás tendenciája nem volt hasonló a kemencés PWHT-éhez, a maximális szakítási szilárdság 17%-a lett a hegesztési maradó feszültség a helyi PWHT során. Elmondható, hogy a helyi PWHT feszültségcsökkentő hatást ért el.

Természetesen a PWHT magasabb költséget igényel, mint a PWHT nélküli gyártás, azonban hozzájárul a termékek élettartamának meghosszabbításához. Ezért a PWHT alkalmazását a kezdeti költségnövekedés és a karbantartási költségek csökkenése közötti egyensúly alapján kell mérlegelni, ami a szerkezetek típusától, tervezési filozófiájától és karbantartási eljárásától függ. A kúszási feszültséget és a kinematikus keményedést figyelembe vevő pontosabb numerikus szimulációt a jövőbeni munka keretében végezzük el. Ennek magában kell foglalnia a numerikus elemzési modell validálására szolgáló kísérleti ellenőrzést is. Ezután a helyi PWHT-eljárások variációit vizsgáljuk meg a költségek és a haszon közötti kapcsolat optimalítása érdekében. Ezek az eredmények segítenek a helyi PWHT tényleges hegesztett szerkezetekre történő alkalmazásának megfontolásában.



12. ábra: (a) Az alaplemez maradó feszültségének eloszlása kemence PWHT-vel; (b) Az alaplemez maradó feszültségének eloszlása helyi PWHT-vel

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka részben a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) támogatásával a K134358 nyilvántartási számú projekt keretében valósult meg.

References

- view of fatigue data for high frequency mechanical impact treated welded joints. *Welding in the World* 2012, 56, 82-96.
- [10] Roy, S.; Fisher, J. W.; Yen, B. T. Fatigue resistance of welded details enhanced by ultrasonic impact treatment (UIT). *International Journal of Fatigue* 2003, 25, 1239-1247.
- [11] Abson, D. J.; Tkach, Y.; Hadley, I.; Wright, V. S.; Burdekin, F. M. A review of postweld heat treatment code exemptions. *Welding Journal* 2006, March, 63-69.
- [12] Huang, C. C.; Pan, Y. C.; Chuang, T. H. Effects of post-weld heat treatment on the residual stress and mechanical properties of electron beam welded SAE 4130 steel plates. *Journal of Materials Engineering and Performance* 1997, 6 (1), 61-68
- [13] Paradowska, A. M.; Price, J. W. H.; Kerezsi, B.; Dayawansa, P.; Zhao, X.-L. Stress relieving and its effect on life of welded tubular joints, *Engineering Failure Analysis* 2010, 17, 320-327.
- [14] Aung, M. P.; Katsuda, H.; Hirohata, M.; Fatigue-performance improvement of patch-plate welding via PWHT with induction heating. *Journal of Constructional Steel Research* 2019, 160, 280-288.
- [15] Japanese Standards Association. *Methods of post weld heat treatment JIS Z3700*; JSA: Tokyo, Japan, 2009. (in Japanese)
- [16] Hirohata, M. Effect of post weld heat treatment on steel plate deck with trough rib by portable heat source. *Welding in the World* 2017, 61 (6), 1225-1235.
- [17] Aung, M. P.; Hirohata, M. Numerical study on post-weld heat treatment of non-stiffened welded box section member. *International Journal of Steel Structures* 2019, 19 (5), 1521-1533.
- [18] Japanese Standards Association. *Rolled steels for welded structure JIS G3106*; JSA: Tokyo, Japan, 2020. (in Japanese)
- [19] Kodur, V. K. R.; Dwaikat, M. M. S. Effect of high temperature creep on the fire response of restrained steel beams. *Materials and Structures* 2010, 43, 1327-1341.
- [20] Furumura, E.; Abe, T.; Okabe, T.; Kim, W. J. A uniaxial stress-strain formula of structural steel at high temperature and its application to thermal deformation analysis of steel frames. *Journal of Structural and Construction Engineering (Transaction of AIJ)* 1986, 363, 110-117. (in Japanese)
- [21] Nakagawa, H.; Suzuki, H. Ultimate Temperatures of Steel Beams Subjected to Fire, *Steel Construction Engineering* 1999, 6 (22), 57-65. (in Japanese)
- [22] Kim, Y. C.; Lee, J. Y.; Inose, K. Dominant factors for high accurate prediction of distortion and residual stress generated by fillet welding. *Steel Structures* 2007, 7, 93-100.
- [23] Hirohata, M.; Itoh, Y. High effective FE simulation methods for deformation and residual stress by butt welding of thin steel plates *Engineering* 2014, 6 (9), 507-515.
- [24] Hirohata, M.; Itoh, Y. A simplified FE simulation method with shell element for welding deformation and residual stress generated by multi-pass butt welding. *International Journal of Steel Structures* 2016, 16 (1), 51-58.
- [25] Nozawa, S.; Hirohata, M. Investigation on simplified analysis of welding distortion and residual stress by finite element method. *Proceedings of Constructional Steel* 2020, 28, 129-136. (in Japanese)
- [26] Dong, P.; Song, S.; Zhang, J. Analysis of residual stress relief mechanisms in post-weld heat treatment. *International Journal of Pressure Vessels and Piping* 2014, 122, 6-14.
- [27] Zhang, Z.; Ge, P.; Zhao, G. Z. Numerical studies of post weld heat treatment on residual stresses in welded impeller. *International Journal of Pressure Vessels and Piping* 2017, 153, 1-14.

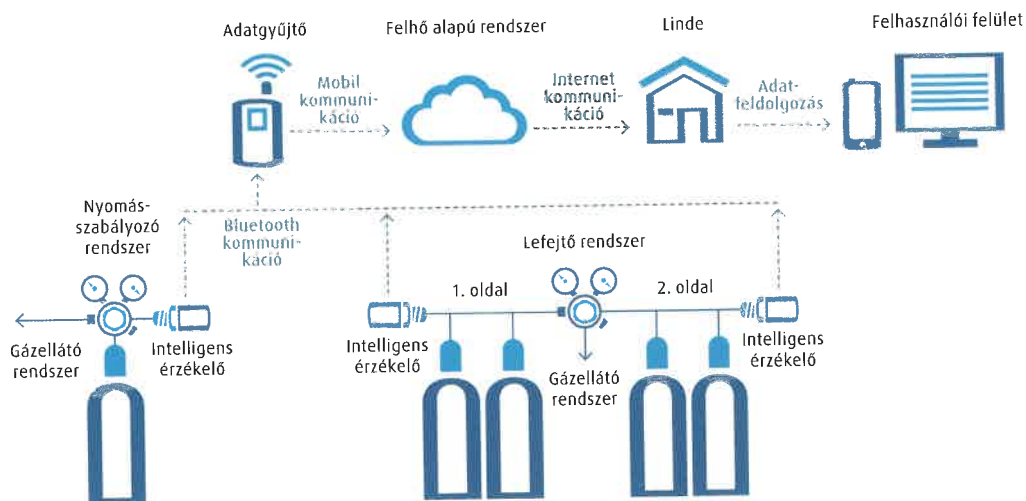
Making our world more productive

Linde

DIGIGAS[®]: Intelligens gázkezelő rendszer

A Linde legújabb technológiája lehetővé teszi, hogy folyamatos, távvezérelhető gázellátást biztosítson partnerei részére.

A LINDE DIGIGAS[®] rendszer egy intelligens gázkezelő és gáztartalom mérési rendszer, mind a lefejtők, mind a nyomásszabályozók esetében használható, kifejezetten a gázkezelés egyszerűsítésére tervezték. Költséghatékony megoldás, mely a palackokat egyszerűen digitalizálja a DIGIGAS[®] platformra csatlakoztatva.



Sematikus ábra a DIGIGAS[®] rendszer működéséről

Amennyiben többet szeretne megtudni a LINDE DIGIGAS[®] rendszerről forduljon munkatársainkhoz, vagy látogasson el weboldalunkra: www.lindegas.hu

Gyura László

A lánggyengítés hatása különböző szilárdságú acélok tulajdonságaira

Hegesztéstechnológia vezető
Linde Gáz Magyarország Zrt.

Az alábbi cikk a Miskolci Egyetem Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskola keretében, a 2021. 10. 14-én online formában megvédett PhD disszertációm kutatási eredményeit, azok gyakorlati alkalmazhatóságát foglalja össze. A disszertáció eredeti címe: **Lángtechnológiák hatása a nagyszilárdságú acélok tulajdonságaira** [1].

1. Bevezetés

A XXI. század jelenlegi gép- és acélszerkezet gyártási folyamatában megfigyelhető a gázlángot használó eljárások egy részének háttérbe szorítása, ugyanakkor vannak olyan lángalkalmazások, amelyek a gyártás során ma is nélkülözhetetlenek. Ezen eljárások közé sorolhatjuk a lángvágást, a lánggal végzett elő- és utomelegítést, illetve a lánggyengítést.

Mindezen folyamatok a nem túl koncentrált, kis hőáramsűrűségű, de esetenként relatíve magas, akár 3000 °C-t is meghaladó hőmérsékletű hőforrásnak köszönhetően jelentős anyagszerkezeti változásokat okozhatnak, amelyek az acélok biztonságos felhasználhatóságát veszélyeztethetik. Különösen igaz lehet ez a már napjainkban is alkalmazott, de a jövőben várhatóan egyre gyakrabban felhasználandó nagyszilárdságú acéloknál, amelyekről e téren meglehetősen kevés tapasztalattal és konkrét mérési eredménnyel rendelkezünk.

A hegesztéstechnológiában a nagyszilárdságú acélok hegeszthetőségével kapcsolatban ma már számos irodalmi forrással találkozhatunk. A szakemberek körében így általában jól ismert, hogy a nemesített nagyszilárdságú acélok rendkívül érzékenyek a hegesztési hőbevitelre, elsősorban a szívósságcsökkenés szempontjából, sőt a hő hatására nemcsak a keménység növekedése, hanem akár lokális kilágyulás is bekövetkezhet. A hegesztéshez ké-

pest kevésbé koncentrált, kisebb hőmérsékletű lánggyengítés hatásairól azonban ma még kevés mérési adat és információ áll rendelkezésünkre. Egyaránt kevés azon tudományos és gyakorlati tapasztalaton alapuló publikációk száma, amely a vázolt szakterülettel mélységben foglalkozna.

A probléma a gyakorlatban is jól ismert, hiszen például az acélszerkezetgyártás egyik legújabb nemzetközi alapszabványa, az MSZ EN 1090-2 is külön foglalkozik a gyártáshoz kapcsolható termikus technológiák (elsősorban a lángvágás, lánggyengítés) paramétereinek előírásával és az eljárások anyagszerkezetre gyakorolt hatásával [2]. A szabvány nagyszilárdságú acélok esetén a lángtechnológiák alkalmazását követően pl. a megengedett keménységet 450 HV10 értékben határozza meg, amelyet ún. technológia vizsgálattal ellenőrizni, ill. bizonyítani is kell. Erre az acélszerkezetgyártás gyakorlatában már vannak kidolgozott eljárások, de ezek az eljárások elsősorban a CR ISO 15608 szerinti 1.1, ill. 1.2 acélcsoportokra vonatkoznak [3]. A már említett MSZ EN 1090-2 szabvány a jóváhagyott gyártói hegesztési utasításhoz (WPS-Welding Procedure Specification) hasonlóan a lánggal végzett műveletekre és egyéb termikus technológiákra is technológiai utasítást javasol (lángvágáshoz pl. CPS-t - Cutting Procedure Specification-t). A hegesztéstechnológia tervezésekor az acélok szerkezetét és mechanikai tulajdonságait kritikus

mértékben nem befolyásoló megengedett minimális és maximális hőbevitel meghatározásához jellemzően az ún. hűlési idő ($t_{8,5/5}$, ill. $t_{8/5}$) koncepciót használják, amelyre nemzetközi szabványos előírások is kidolgozásra kerültek (MSZ EN 1011-2 szabvány) [4]. Kérdésként merül fel, hogy a lánggal történő hevítésnél e módszer használható-e.

A hegesztett szerkezetek tervezésénél, méretezésénél, illetve a darabolási és hegesztési technológiák megválasztásánál ugyan törekszünk arra, hogy a gyártás során minél kevesebb maradó alakváltozást szenvedjen a szerkezet, azonban egy bizonyos mértékű méretváltozás a legátgondoltabb technológia esetében is elkerülhetetlen. Az elvárt alak- és mérethűség tarthatósága érdekében gyakran szükséges mechanikusan vagy termikus hőforrással (jellemzően lánggal) egyengetni szerkezeiteinket. Mivel a mechanikus egyengetés a nagyobb méretű, bonyolultabb szerkezeteknél és külső helyszíneken gyakorlatilag nem kivitelezhető, a hőhatásra érzékeny anyagoknál a korábban említett lángvágás mellett így egyre inkább előtérbe kerül a lánggal végzett meleggyengítés lépéseinek korrekt betartása és annak dokumentálása is.

A lánggyengítés fontos része a szerkezet gyártási életciklusának, amelynek koordinálásához ismerni kell a technológiához tartozó fizikai jelenségeket, tapasztaltnak kell lenni az eljárás végrehajtásában, valamint

ismerni kell a feldolgozott acélok várható anyagszerkezeti és mechanikai tulajdonság változásait.

Az említett lángot használó eljárások éghető gázaként jellemzően valamely gáz halmazállapotú szénhidrogént használnak, amelyek a gyakorlat során két nagy csoportra bonthatók – acetilénre, ill. az acetilénhez viszonyítottan lassabban égő, ún. slow burning gázokra. Ez utóbbi csoportba tartozik a gyártási gyakorlatban gyakran használt metán (illetve a metán nagy mértékben tartalmazó földgáz), a propán (ill. a hazai gyakorlatban a propán/bután (PB) keverék), de ide tartoznak még a bután, az etilén, a propilén, ill. több szénhidrogén keverékből létrehozott különleges éghető gázok is [5]. A lassú égésű gázok és gázkeverékek közös jellemzője, hogy az acetilénhez képest mintegy 10-15%-kal alacsonyabb láng hőmérsékletet eredményeznek, égési sebességük és hőáramuk is lényegesen kisebb a gyors égésű acetilénhez képest. Mindebből adódóan a szerkezetek hevítése során egy adott hőmérséklet eléréséhez szükséges idő jellemzően hosszabb, mint acetilén esetén, így a kialakult hőhatásövezet térbeli kiterjedése, tulajdonságai, így az anyagra gyakorolt hatás is várhatóan más-más lesz [6]. A szakemberek körében gyakran felmerül a kérdés, hogy egy-egy eljárásnál milyen éghető gázt (annak megfelelően milyen rendszerű/méretű égőt) használjanak, melynek mind műszaki, mind gazdasági aspektusai lehetnek.

2. A kutatómunka célkitűzései

Az előbbi rövid áttekintésből is látható, hogy a lángeljárások a kisebb szilárdságú szerkezeti acélokon, de különösen a nagyszilárdságú acélokon történő alkalmazásakor még ma is számos kérdés felmerül. A kutatómunka során a lánggyenygetés ideális és attól eltérő paramétereinek normalizált és nagyszilárdságú szerkezeti acélokra gyakorolt hatásainak vizsgálatára összpontosítottam. Vizsgálataimhoz három szilárdsági típuskategóriát, nevezetesen a 355 MPa, a 690 MPa, valamint a 960 MPa névleges folyáshatárú, hegesztett szerkezetek készítéséhez használt normalizált és nemesített nagyszilárdságú acélt választottam. Az acélok típusait, tömegszázalékos összetételét az 1. táblázat mutatja be.

A kutatómunkához szükséges kísérleteket két pillérre alapoztam:

- Elsőként a leggyakoribb lánggyenygetési technológiák során kialakuló hőhatások különböző peremfeltételek melletti hőciklusainak mérési úton történő meghatározását végeztem el. (A hőciklusok felvételének módszerét már ezen szakmai folyóirat egy korábbi számában is bemutattam [7].) Az eljárásra jellemző hőciklusok alapján a Miskolci Egyetem Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézetében rendelkezésre álló Gleeble 3500 típusú fizikai szimulátorral végeztem vizsgálatokat. A berendezés

segítségével a lánggyenygetés hatása a kimért hőciklusok segítségével fizikailag szimulálható, és a későbbi anyagvizsgálatok számára elegendően nagy térfogatban előállítható a kialakult szövetszerkezet. A fizikai szimuláció a hagyományos módszerekhez képest lehetővé teszi a hőhatásövezet tulajdonságain alapuló tudatos technológiatervezést.

- Kísérleteim további céljaként szerepelt a választott alapanyagokon és lemezzvastagságokon, különböző peremfeltételekkel (eltérő eszközök, azok üzemeltetéséhez szükséges ipari gázok) megvizsgálni a valódi hőhatás (valós körülmények közötti hevítés és hűtés hatása) okozta tulajdonság változásokat. Az így nyert értékeket hasonlítottam össze a szimulációs vizsgálatok eredményeivel. Elemeztem továbbá, hogy a valós melegítésekénél a peremfeltételek (pl. más lemezzvastagság) esetleges változásakor mennyire fogadhatóak el és alkalmazhatóak az elvégzett szimulációs vizsgálatok.

A kísérletek során kiemelt figyelmet fordítottam az acetilén/lassú égésű gázok (elsősorban propán) alkalmazhatóságának, és helyettesíthetőségi lehetőségeinek elemzésére, valamint a vizsgált acélok azonos helyeit érintő ismételt termikus hatások (többszörös felhevítés ugyanazon a területen) okozta változások mértékének feltárása a hőhatás ismétlődési számának függvényében.

3. Fizikai szimulációs vizsgálatok

Az ívhegesztési technológiák hatásának vizsgálatához hasonlóan a lánggyenygetéssel járó hőfolyamat modellezésére fizikai szimulációs módszerrel dolgoztam ki. Módszerem alapjául az ívhegesztési technológiák hőhatásövezetének fizikai szimulációval történő modellezése szolgált [8], [9], [10]. A fizikai szimulátorokkal a vizsgált anyagból kimunkált próbatesteken, jól reprodukálható módon, számos külön-

Acél jele	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Cr
S355J2+N	0,18	0,35	1,55	0,014	0,003	0,036	0,0000	0,02
S690QL	0,14	0,22	1,19	0,008	0,001	0,087	0,0025	0,32
S960QL	0,16	0,20	1,22	0,011	0,001	0,055	0,0010	0,20
	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti	V	CE _(HWT)	CET
S355J2+N	0,01	0,005	0,005	0,04	0,003	0,005	0,451	0,341
S690QL	0,04	0,300	0,027	0,05	0,006	0,000	0,468	0,308
S960QL	0,01	0,605	0,015	0,05	0,002	0,037	0,536	0,355

ahol $CE_{(HWT)} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15$ [4]
 $CET = C + (Mn + Mo)/10 + (Cr + Cu)/20 + Ni/40$ [4]

1. táblázat: A vizsgált acélok vegyi összetétele és karbonegyeneértéke(i) tömegszázalékban

bőző hőhatást eredményező technológiaváltozat vizsgálható. Ez a módszer sok esetben lényegesen költséghatékonyabb és pontosabb, mintha az eredeti technológiából származó próbatesteken végeznénk vizsgálatokat [11].

A szimuláció elvégezhetősége érdekében különböző peremfeltételek mellett 30×300×300 mm méretű lemezek gyakorlati pont- és vonalhevítésének elemzése, mérése alapján határoztam meg azokat a hőciklusokat, amelyekkel a szimulációs folyamat végrehajtható volt (1. ábra). A felvett hőciklusok acetilén-oxigén, propán-oxigén hevítésekhez, majd az azt követő nyugvó levegős, és vízzel való hűtésekhez tartoztak. A hőciklusok maximális hőmérsékleteit a

szerkezeti acélokra jellemző A_1 alatti (szubkritikus), A_1 - A_3 közötti (interkritikus), ill. A_3 feletti (szuperkritikus) értékekre választottam (675 °C, 800 °C, 1000 °C). A hőciklus mérések eredményei alapján a levegőhűtések-nél olyan lassú hűlési sebességekkel, vagyis hosszú hűlési idővel számolhatunk, amely összehasonlítva a hegesztéstechnológia hidegrepedésmentes munkarendjének kidolgozásához ajánlott 5-30 s-os intervallumnál lényegesen hosszabbak. Továbbá a helyesen végrehajtott lánggyengítési technológia során a maximális egyengetési hőmérséklet el sem éri a 850 °C-ot (800 °C-ot), így a hűlési idő ($t_{8,5/5}$, ill. $t_{8/5}$) nem is értelmezhető. Mindezek alapján megállapítottam,

hogy a lánggyengítésnél a hűlési idő koncepció közvetlenül nem alkalmazható.

4. A fizikai szimulációs vizsgálatok követő anyagvizsgálatok

A szimulációs vizsgálatokat a mérési úton meghatározott hőciklusokkal három különböző névleges folyáshatárú - a célkitűzésben említett - acélon végeztem el, az acélokból kimunkált 10×10×70 mm-es próbatesteken. A szimulált hőterhelések után a próbatesteken anyagvizsgálatokat (optikai mikroszkópos vizsgálat, keménységvizsgálat /a próbatest közepén, a keresztmetszetben 5 helyen/, műszerezett ütővizsgálat /vizsgálati hőmérsékletenként 3-3 db próbatesten/) végeztem. A vizsgálati hőmérséklet a normalizált acélnál -20 °C, a két nemcsített acélnál -40 °C volt. A műszerezett ütővizsgálat segítségével nemcsak a törésre fordított teljes energia, vagyis az ütőmunka (KV) határozható meg, hanem részletesebb információk kaphatók a törési folyamatról is. A vizsgálat közben regisztrált erő-idő vagy számított behajlás (út)-erő diagram alapján lehetőség van a törési folyamat jellegzetes pontjainak kijelölésére (a képlékeny alakváltozás kezdete, maximális erő, instabil repedésterjedés kezdete, instabil repedésterjedés vége). A törésre fordított teljes energia (KV) a repedésindulásra (Wi) és repedésterjedésre (Wt) fordított energiák összege. A teljes energia értékének önmagában történő elemzése akár téves is lehet, hiszen a nagy szilárdságú acélok ütővizsgálatokor a kis szilárdságú acélokhöz képest mért nagyobb erő esetén is előfordulhat az, hogy a repedésindulásra fordított energia hányad nagy, de a repedésterjedésre fordított rész kicsi. Ilyen esetben az ütőmunka számszerűen nagy értékének ellenére az anyag viselkedése az üzemeltetés során kritikusnak tekinthető [12].

A szimuláció körciklusai		Hevítési idő (s)	Hűtési idő (s) $t_{8,5/5}$	
T_{max}	(kék: acetilén-oxigén hevítés, piros: propán-oxigén hevítés, folytonos vonal: nyugvó levegős hűtés, szaggatott vonal: intenzív hűtés)	ace./prop.	ace. lev./víz	prop. lev./víz
675 °C		69/123	—	—
800 °C		56/182	(82/82)*	(148/132)*
1000 °C		54/246	37/37 (35/35)*	119/119 (105/105)*
* 800-500 °C közötti ($t_{8/5}$) lehűlési idő				

1. ábra: Mérési úton meghatározott hőciklusok és azok jellemzői a fizikai szimulációkhoz

4.1. Mikroszerkezet átalakulása, keménységváltozás

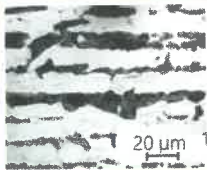
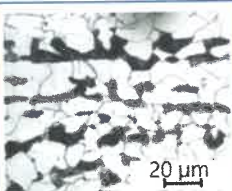
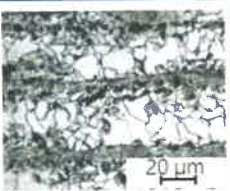
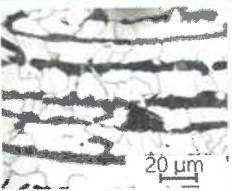
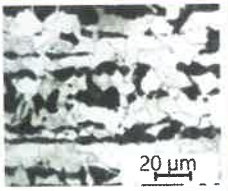
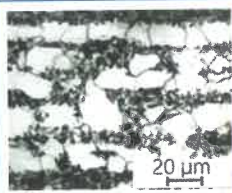
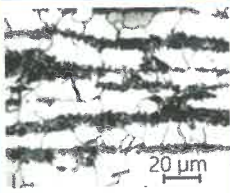
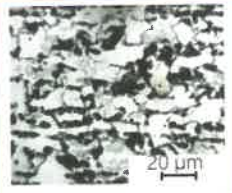
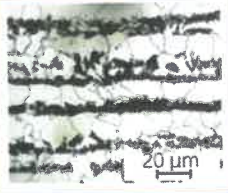
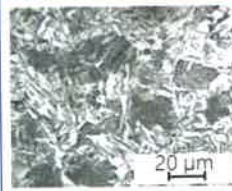
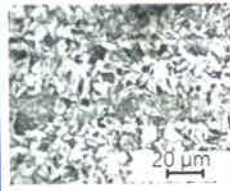
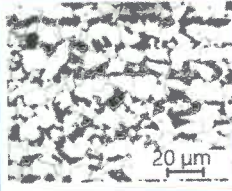
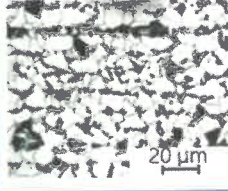
A vizsgált normalizált acél (S355J2+N) 150 HV10 körüli keménységgel rendelkező alapanyagának mikroszkópi felvételén jól látható az ilyen típusú anyagok jellemző, a hengerlésből adódó ferrites-perlites szövetszerkezete (2. táblázat). A hevítések hatására, függetlenül annak peremfeltételeitől, az alapanyaghoz képest jellemzően kis mértékű keménység növekedés következett be. A mért keménységnövekedés a vízhűtések esetében valamelyest szignifikánsabb, de semmiképpen nem nevezhető kritikusnak, messze elmarad a megengedhető 380 HV10 értéktől (2. ábra). Az acél eredeti, a hengerlési szerkeze-

tének átalakulása már A_1 hőmérséklet alatt megindult, de a folyamat nem fejeződött be. A nyugvó levegős hűtések-nél a vizsgált darabok keménysége gyakorlatilag az alapanyag keménységével azonos. A gyors vízhűtések-nél kis mértékű keménység növekedést figyelhetünk meg, amely összefüggésbe hozható az eredeti ferrit-perlites szövetszerkezet helyén részben kialakult ridegebb szerkezettel (martenzit tartalmú szövetszerkezet).

Az A_1 - A_3 hőmérséklet közötti interkritikus hevítés-nél a szerkezet jelentősebb átalakulása a lassú levegőhűtések-nél következett be, azon belül is a folyamat karakteresebb a propán-oxigén hosszabban tartó hőkiklusánál. A gyors vízhűtések-nél a diffúzióval járó

átalakulások lejátszódására lényegesen kevesebb idő állt rendelkezésre, így ebben az esetben az eredeti hengerelt szerkezet még erőteljesebben megfigyelhető. Ezen a hőmérsékleten a részleges ausztenitesedési folyamat miatt azonban a teljes átalakulás egyik esetben sem történt meg, a keménységnövekedés mind a négy vizsgált technológiánál elhanyagolható.

Az A_3 hőmérséklet felett az eredeti szövetszerkezet az acetilén-nel végzett hevítés körülményei esetén alapvetően bénit-ferrites szövetté alakult, a kiindulási mikroszerkezet már nem fedezhető fel. A gyors vízhűtés, különösen a gyorsabb acetilén-oxigén hevítés során feltételezhetően néhány nagyobb

Alapanyag: S355J2+N (152 HV10)	Acetilén-oxigén láng		Propán-oxigén láng	
	Hűtés			
	Levegőhűtés	Vízhűtés	Levegőhűtés	Vízhűtés
Mikroszkópi képek/átlagkeménységek [HV10]				
$T_{max} = 675\text{ °C}$				
	158	187	156	170
$T_{max} = 800\text{ °C}$				
	172	173	163	168
$T_{max} = 1000\text{ °C}$				
	184	210	166	170

2. táblázat: Az S355J2+N alapanyag, valamint a szimulációs próbatestek mikroszerkezete 1000-szeres nagyításban, és a mért átlagkeménységek

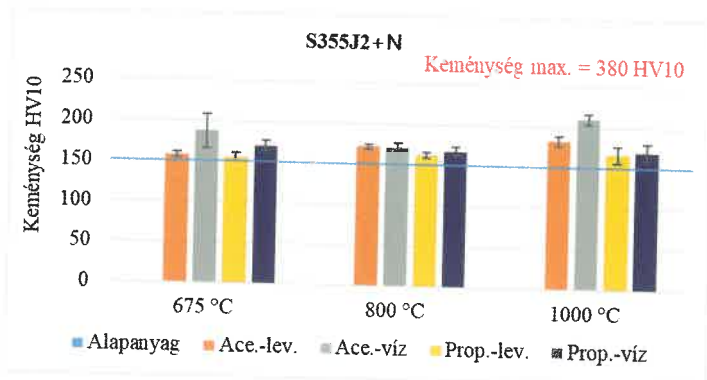
KUTATÁS-FEJLESZTÉS

méretű, lokális keményedéssel járó, martenzit-ausztenit sziget is kialakult, amelyek pontos beazonosítására speciális maratási technikára lenne szükség. Az időben elhúzódó hűtéseknel enyhe

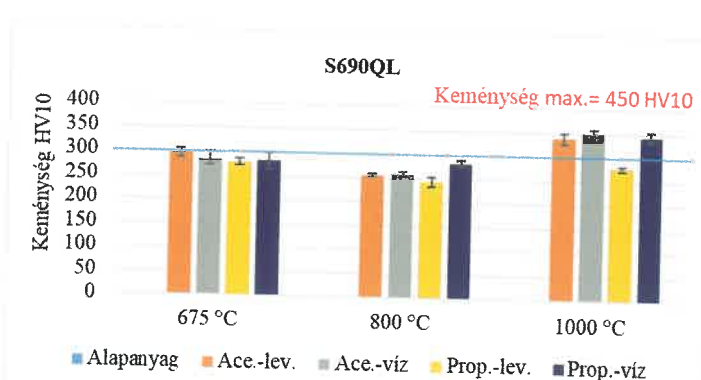
szemcsenövekedés is megfigyelhető.

Az S690QL nagyszilárdságú acél különleges gyártástechnológiája, finomszemcsés szerkezete a normalizált acélokhoz képest lényegesen nagyobb

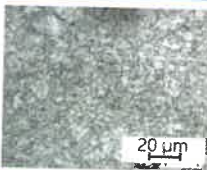
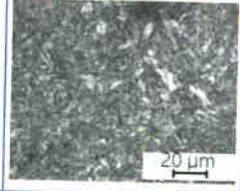
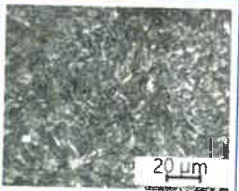
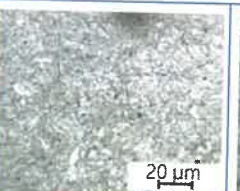
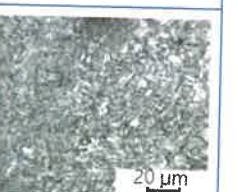
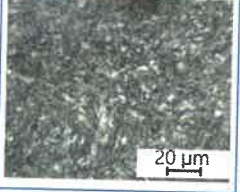
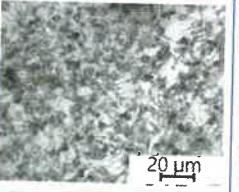
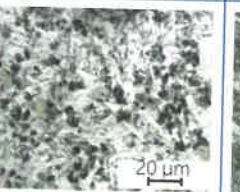
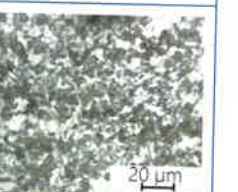

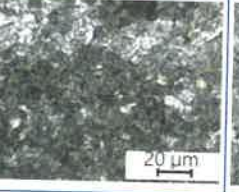
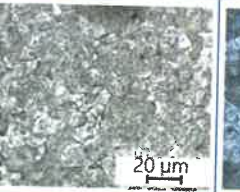
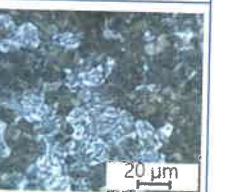
keménységet eredményezett (3. táblázat). Az acél finom szemcsészerkezete az A_1 hőmérséklet alatti korlátozott hőterhelés hatására látszólag nem változott, és a keménység érté-



2. ábra: A mért keménységértékek átlaga, ill. a mérési eredmények szórása a szimulációnak kitett próbatesteken, S355J2+N acélnál



3. ábra: A mért keménységértékek átlaga, ill. a mérési eredmények szórása a szimulációnak kitett próbatesteken, S690QL acélnál

Alapanyag: S690QL (297 HV10)	Acetilén-oxigén láng		Propán-oxigén láng	
	Hűtés			
	Levegőhűtés	Vízhűtés	Levegőhűtés	Vízhűtés
Mikroszkópi képek/átlagkeménységek [HV10]				
$T_{max} = 675\text{ °C}$	 296	 286	 278	 281
$T_{max} = 800\text{ °C}$	 256	 258	 243	 283
$T_{max} = 1000\text{ °C}$	 338	 350	 277	 343

3. táblázat: Az S690QL alapanyag, valamint a szimulációs próbatestek mikroszerkezete 1000-szeres nagyításban, és a mért átlagkeménységek

kei is közel azonosak az alapanyag keménységével (3. ábra). A nemesített acél szempontjából ezek a hőkezelések egy rövid ideig tartó megeresztésként foghatók fel. Az A_1 - A_3 hőmérséklet között a szemcseszerkezet átalakulása elsősorban a lassúbb folyamatoknál figyelhető meg. Az interkritikus hevítés hatására keletkező ferrites szövetrészek miatt a keménység jelentéktelen csökkenése következett be, mellyel valószínű romlanak az anyag szilárdsági tulajdonságai is. A vizsgálatok egyértelműen igazolták a túlhevítés (A_3 feletti hőmérséklet) szemcsedurvító, valamint a gyors hűtés jelentős keményítő hatását. Mindennek ellenére a lassú hevítésnél (propán-oxigén) és levegős hűtésnél a keménység mégsem éri el az alapanyag keménységét.

Az S960QL típusú acél vizsgálati eredményeinek tendenciái nagyon hasonlítanak az S690QL acélnál tapasztaltakhoz. Az A_1 hőmérséklet alatt az ausztenitesedés még egyértelműen nem indult meg, az anyag keménysége a megeresztés jellegű hőkezelés hatására szintén kis mértékben csökken. Az A_1 - A_3 hőmérséklet közötti, hosszú ideig tartó, lassú hűléshez tartozó hőterhelések (főleg a propán-oxigén hevítésnél) hatására a keménység csökkenése érzékelhető. Erőteljesen megfigyelhető a 800 °C-os hőciklusok

következtében kialakult elridegedés, amelyet rideg martenzit szigetek jelenléte okoz. A túlhevített nagyszilárdságú acél intenzív hűtése jelentős, de nem kritikus keményedéssel járt.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a keménységváltozások mértékét elemezve a hőhatás és hűtés (az egyengetésekre jellemző hőciklusok), annak körülményeitől függetlenül nem okozott kritikus változást egyik vizsgált acélnál sem.

4.2. Szívósság vizsgálati eredmények

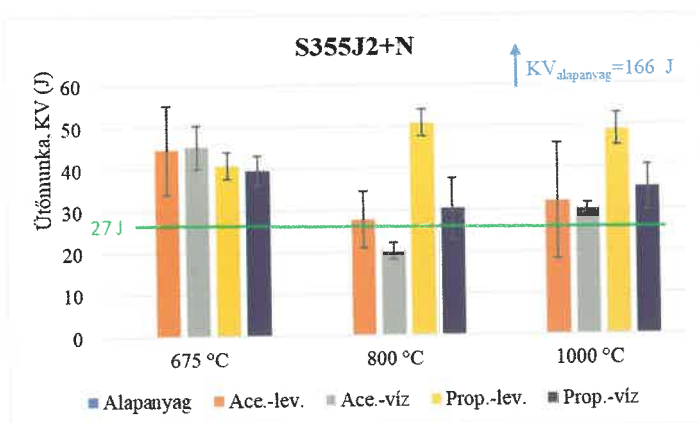
A keménységvizsgálatok nem kritikus eredményeivel szemben azonban az egyengetés miatti hőhatások sok esetben kritikus mértékben rontják a vizsgált acélok szívósságát.

A normalizált acélnál már a szubkritikus hőmérsékletű kezelés hatására is az alapanyag szívósságához képest jelentősen, bár még nem kritikus mértékben csökkent annak értéke (4. ábra). (A kritikus érték ezeknél az acéloknál -20 °C-on 27 J.) Az A_1 feletti kezeléseknél viszont a szívósság főleg az acetilénus hevítéseknél ezt a nem túl magas kritikus értéket is alig éri el. A műszerezett ütődíagramokon jól látni (4. táblázat), hogy a repedés terjedéshez szükséges energia nagyon kicsi (a maximális erő követő szakasz alatti terület), gyakorlatilag magasabb hőmérsékletű kezelések

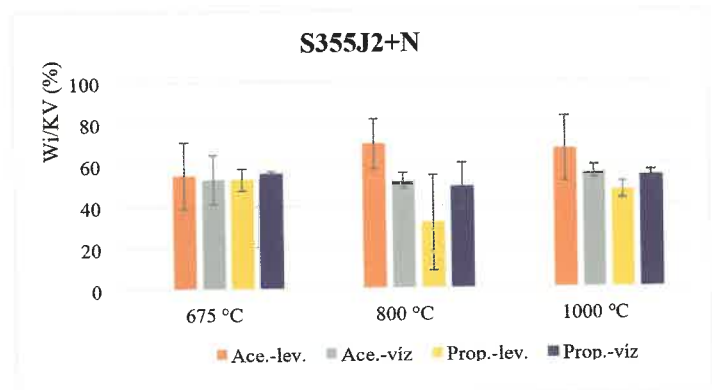
hatására ridegnek tekinthető az anyag. (Helytakarékossági okokból a műszerezett ütődíagramok részletes ismertetése helyett csak az acetilénus hevítéshez tartozó diagramokat mutattam be (4. táblázat), és a továbbiakban az egyes vizsgálati esetekre csak a repedésindulásra fordított energia (W_i) teljes ütőmunkához (KV) képesti arányokat ábrázoló oszlopdiagramokat ismertettem – lásd normalizált acélnál az 5. ábra (ill. a későbbiekben a 7., 9. ábra).

A 690 MPa szilárdságú nemesített acél A_1 alatti, a már említett megeresztés jellegű kezelés hatására az alapanyagtól nagyobb szívósságot mutatott. Az A_1 feletti hőciklusok viszont az acél szívósságát a kritikus érték alá vitték, az anyag gyakorlatilag ridegen viselkedett (6. ábra). A műszerezett ütővizsgálat eredményei, a nagy W_i / KV értékek is ezt igazolják (7. ábra).

A nagyobb szilárdságú nemesített acélon is hasonló eredmények érzékelhetők. Erőteljesen megfigyelhető a 800 °C-os hőciklusok következtében kialakult elridegedés, amelyet rideg martenzit szigetek jelenléte okoz. A szívósság intenzív vízűtésnél egyértelműen az elvárt minimális érték alatt marad. A 800 °C-os hevítés utáni elridegedést nemcsak az alacsony ütőmunka értékek, de a repedésinduláshoz szükséges energia arányának nagy értéke is alátámasztja (9. ábra). A kisebb szilárdságú

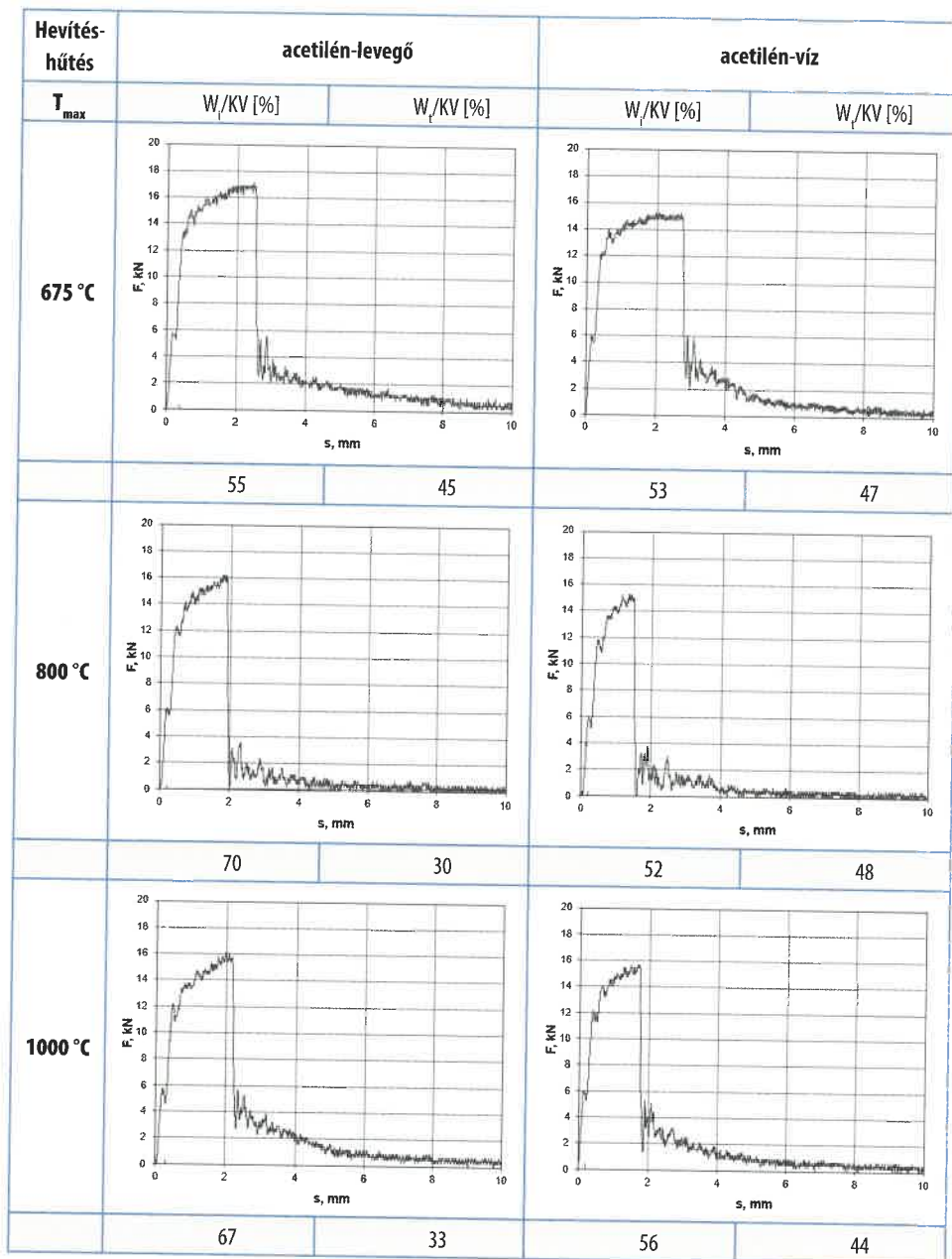


4. ábra: A mért ütőmunka értékek, ill. a mérési eredmények szórása a szimulációnak kitett próbatesteken S355J2+N acélnál -20 °C-on



5. ábra: A repedésindulásra fordított energia százalékos aránya a teljes ütőmunkához képest az S355J2+N anyagnál

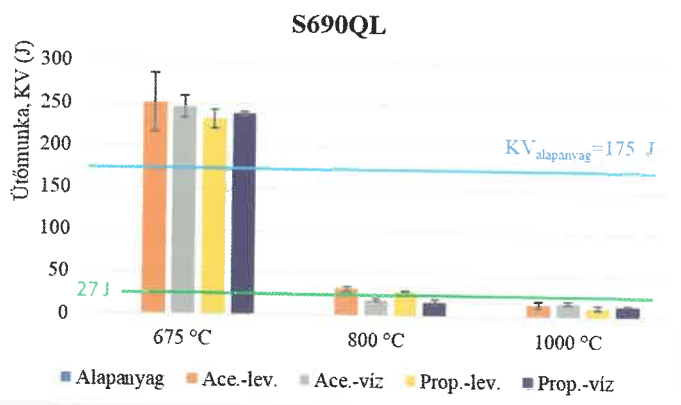
KUTATÁS-FEJLESZTÉS



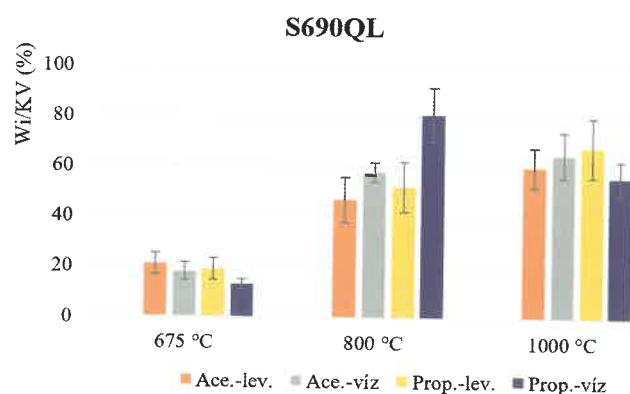
4. táblázat: A műszerezett ütővizsgálat során felvett út-erő diagramok az S355J2+N acél acetilénos hevítésekor

S690QL acél eredményeihez képest a szívósságban a szuperkritikus hőmérsékletű kezelés után azonban jellemzően nagyon pozitív változásokat tapasztaltam. Az ütőmunka értékei jóval meghaladják az elvárt 27 J-t (kivéve az anyagot hosszú ideig magas hőmérsékleten tartó propános hevítés levegő hűtéssel), bár meg kell említeni, hogy a repedésindulásra fordított energia aránya relatíve nagy. A jó ütőmunka-értékeket mindez árnyalja, hiszen a repedés megindulása után az acél viszonylag kis energia hatására gyorsan eltörik. Az összességében kedvezőnek mondható szívóssági eredmények elsősorban a nagyobb ötvöztartalomnak (pl. a több mint kétszer akkora Mo-tartalomnak – lásd 1. táblázat), valamint a nagyobb maximális hőmérséklet miatti hosszabb ideig tartó hőciklusoknak köszönhetőek.

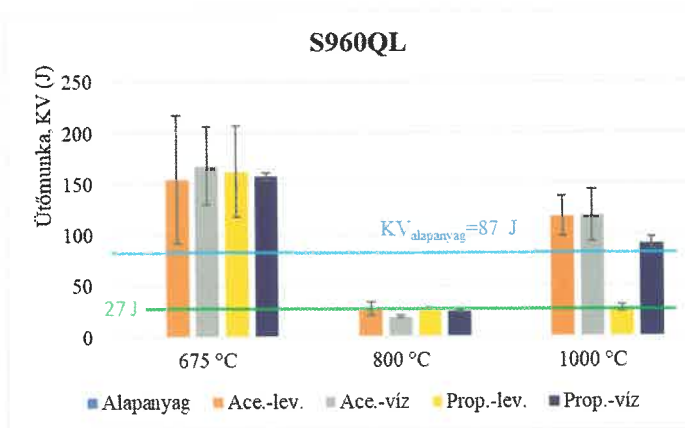
Amennyiben a hőhatás nem túl hosszú (kivéve a propános melegítés levegő hűtéssel kombinálva) a mérések alapján szívós, a kezeletlen acélnál is jobb tulajdonságú szerkezetet kaptam. Ez annak köszönhető, hogy a szemcse szerkezet eldurvulására a hőntartás ideje relatíve rövid volt. A magas hőmérséklet miatt továbbá a felgyorsult átalakulási folyamatok következtében a rideg, a szemcsehatárokon megjelent martenzit szigetek részben eltűnnek.



6. ábra: A mért átlag ütőmunka értékek, ill. a mérési eredmények szórása a szimulációnak kitétt próbatesteken S690QL acélnál -40 °C vizsgálati hőmérsékleten



7. ábra: A repedésindulásra fordított energia százalékos aránya a teljes ütőmunkához képest az S690QL anyagnál



8. ábra: A mért ütőmunka értékek ill. a mérési eredmények szórása a szimulációnak kitétt próbatesteken, S960QL acélnál -40 °C vizsgálati hőmérsékleten

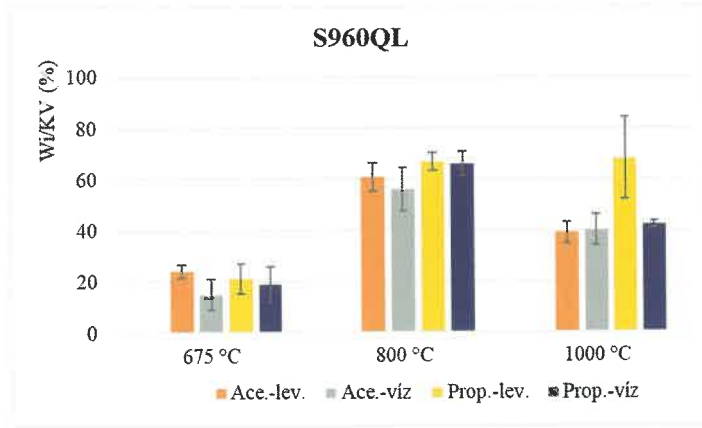
4.3. Többszörös hevítések vizsgálati eredményei

A valós egyengetési feladatok során gyakran előfordul (főleg első darabok gyártásánál, amikor még nincs meg a kellő gyártói tapasztalat), hogy az egyengetés érdekében végrehajtott hevítések nem érik el teljes mértékben a kívánt hatást, és további kezelésekre van szükség. Az egyengetés elvének alapján a már felhevített és kihűlt rész újbóli felhevítése az alakváltozást egyértelműen tovább növeli. Kérdés azonban, hogy az acélok egyébként már megváltozott mechanikai tulajdonságaira, felhasználhatóságára az újbóli hevítés milyen hatással lesz. Ennek ellenőrzésére is végeztem szimulációs vizsgálatokat az S355J+N valamint az S960QL acélokon, de már csak az ipari gyakorlatban jellemző, szakszerű egyengetési feltételekkel (acetilén-oxigén hevítés, lassú levegőhűtés). Ennek érdekében ugyanazokat a próbatesteket a különböző maximális hőmérsékletű hőciklusokkal (lásd. 1. ábra) kétszer, ill. négyszer terheltem. Az anyagvizsgálatokat, hasonlóan az egyszeri hőterhelés utáni eljárásokhoz, az előző alfejezetben bemutatott módon hajtottam végre. A vizsgálatok alapján elmondható, hogy többszörös hevítés sem a szövetszerkezetben, sem a mért keménységekben szignifikáns változást az egyszeri hevítéshez képest nem okozott (10. ábra). Az acé-

lok szívóssága a többszörös hőterhelés hatására néhány kivételtől eltekintve viszont határozottan javult (11. ábra).

5. Valós hevítések

A szimuláció eredményeinek ellenőrzésére a vizsgált acélokon valós vonalhevítési kísérleteket hajtottam végre 300×300 mm-es méretű lemezek középvonalában (12. ábra), ahol nemcsak a bemutatott technológiai jellemzők, hanem a lemezzvastagság hatását is vizsgáltam. A valós vizsgálatok legfontosabb paramétereit az 5. táblázat tartalmazza, amely paraméterű hevítések a lemezek felületeinek kis mértékű túlhevülését okozták (a felületi hőmérséklet egyértelműen a szuperkritikus tartományba emelkedett). Vizsgáltam továbbá a valós hevítésekkel az azonos helyen történő többszörös (kettő-, ill. négyszeres - esetenként hatszoros) hevítések hatását is. A valós hevített darabokon már ütőmunka vizsgálatot nem végeztem, az anyagvizsgálatok makroszkópi- és mikroszkópi csiszolatok készítésére és elemzésére, valamint keménységvizsgálatokra korlátozódtak. Mindemellett megvizsgáltam, hogy a hevítés hatására bekövetkező maradó alakváltozás hogyan függ a hevítés/hűtés módjától, ill. a többszöri, azonos helyen történő hevítések számától. A valós darabokon történő vizsgálatokkal kapcsolatos legfontosabb információkat a 13. ábra tartalmazza.



9. ábra: A repedésindulásra fordított energia százalékos aránya a teljes ütőmunkához képest, az S960QL anyagnál

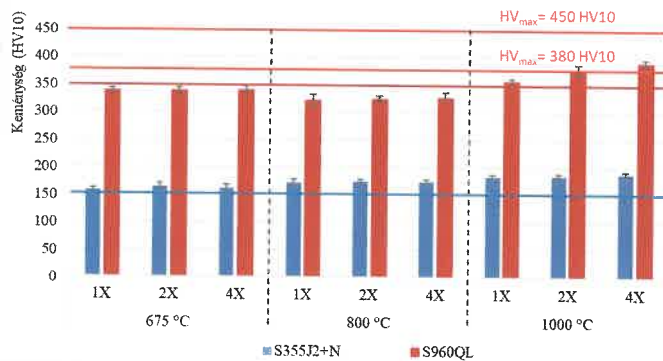
5.1. Valós hevítések utáni anyagvizsgálatok eredményei

Általánosságban elmondható, hogy mindhárom vizsgált acélnál a valós hevítések során kapott eredmények igazolták a szimulációs vizsgálatok megfelelőségét. Jellemzően a vékonyabb lemezek intenzív vízűtése során a valós keményedések mértéke nagyobb volt a szimulált próbatestek keményedésénél. Ennek oka az, hogy minél vékonyabb egy egyengetett lemez, az egyengetés utáni azonnali intenzív vízűtés magasabb hőmérsékleten éri a darabot, így a valós hőciklus a szimulációhoz képest nagyobb hűlési sebességgel jellemezhető.

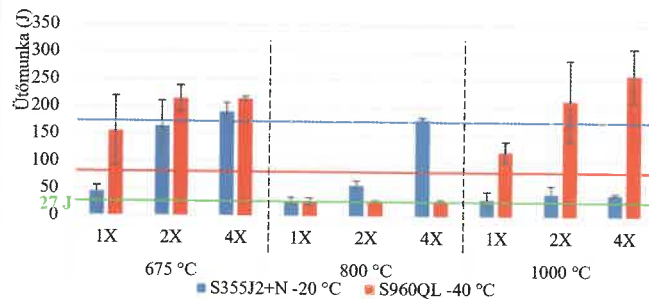
Terjedelmi korlátok miatt az alábbiakban csak a 690 MPa szilárdságú nemesített acél eredményeit mutatom be (6. táblázat, 14. ábra).

5.2. A maradó alakváltozások mértéke

A gyakorlatban megoszlanak a vélemények az egyengetés hatásfokának (elért maradó alakváltozás) mérlegelésénél abban, hogy befolyásolja-e annak mértékét a hűtés intenzitása. Egy teljes keresztmetszetében homogénen felhevített, gátolt alakváltozású alkatrész (például egy két végén megtámasztott rúd) lehűlése során zsugorodni fog, és a zsugorodás mértéke független a hűtés sebességétől. A vonalhevítésű egyengetéseknél viszont,



10. ábra: A keménység változása egyszeres és többszörös szimulációs acetilén-oxigén hevítés és levegőhűtés hatására a vizsgált acéloknál (a kék, bordó vízszintes vonalak az alapanyagok eredeti keménységét mutatják)



11. ábra: Az ütőmunka értéke változása egyszeres és többszörös szimulációs acetilén-oxigén hevítés és levegőhűtés hatására a vizsgált acéloknál (a színes vonalak az alapanyagok eredeti szívósságát mutatják)

így a valós hevítési kísérleteim során sem teljes keresztmetszetű a hevítés, és a hőmérsékletmező sem homogén.

A vizsgált három különböző vastagságú acél maradó alakváltozását, a keresztirányú szögelfordulás mértékét a 15. ábra foglalja össze. Az ábra közepén lévő függőleges szaggatott vonal arra utal, hogy a 10 és 15 mm-es lemezek lényegesen kisebb teljesítményű égőkkel (No.8 égőszár, ill. PNME 10-30 propán fúvóka) voltak hevítve, mint a vastagabb lemez (lásd 5. táblázat). Jól látható, hogy

a két vékonyabb lemeznél acetilén-hevítésnél inkább az intenzív vízhűtés okozott nagyobb szögeltérést, a vastagabb lemeznél pedig inkább a levegőhűtés, az is inkább a propán-oxigén-hevítésnél. A jelenség magyarázatához mindenekelőtt meg kell említenem, hogy a vékony, ill. vastag lemez relatív fogalom. A hővezetés szempontjából egy adott vastagság viselkedhet vékonylemezként is (kétdimenziós hővezetés), ill. vastag lemezként is (háromdimenziós hővezetés) [13]. Ez elsősorban a hőbevitel

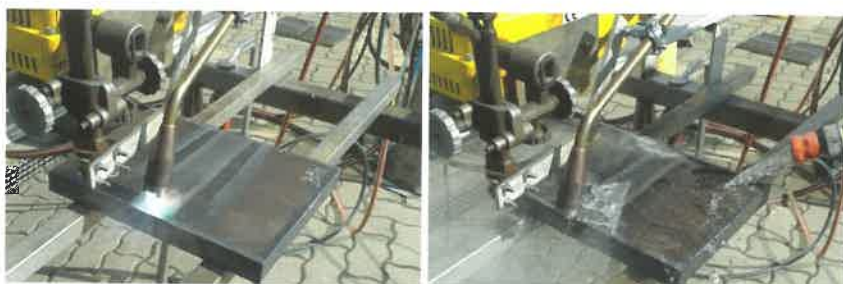
mértékétől, tehát esetemben az égő teljesítményétől, ill. az égő mozgási sebességétől függ. Disszertációmban ezzel részletesebben nem kívántam foglalkozni, viszont a fenti, látszólag egymásnak ellentmondó jelenséget a 16. ábra alapján magyarázom meg.

A lemezszerű alkatrészeknél vonalhevítésnél a lemez hevített oldalán kb. a lemezvastagság 1/4-1/3-ig célszerű gyorsan felhevíteni úgy, hogy a másik oldalon a középvonal (középsík) alá minél kevesebb meleg jusson (csak a hevített oldalnak kell zsugorodni) [6].

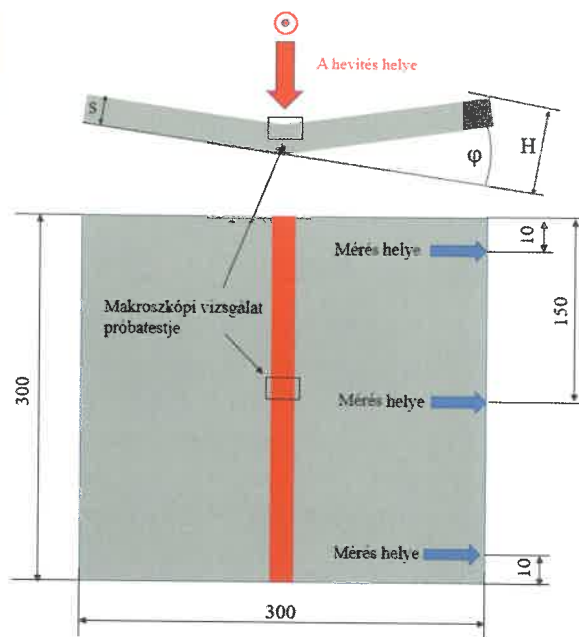
Lemez- vastagság (mm)/acél típus	Acetilén-oxigén égő			Propán-oxigén égő		
	Típus	Égő sebessége (cm/min)*	Φ_r/v (J/mm)* ($\eta_r=0,3-0,4$)	Típus	Égő sebessége (cm/min)*	Φ_r/v (J/mm)* ($\eta_r=0,3-0,4$)
10/S960QL	No.8. égőszár	8	4 240-5 650	PNME (10-30)	5	6 520-8 700
15/S355J2+N		6,5	5 220-6 950	propán fúvóka	4	8 160-10 870
30/S690QL	LF-H-8	15,5	5 100-6 800	PM-5-H	11	6 780-9 040

*Az ipari gyakorlatban elterjedt, nem SI mértékegység

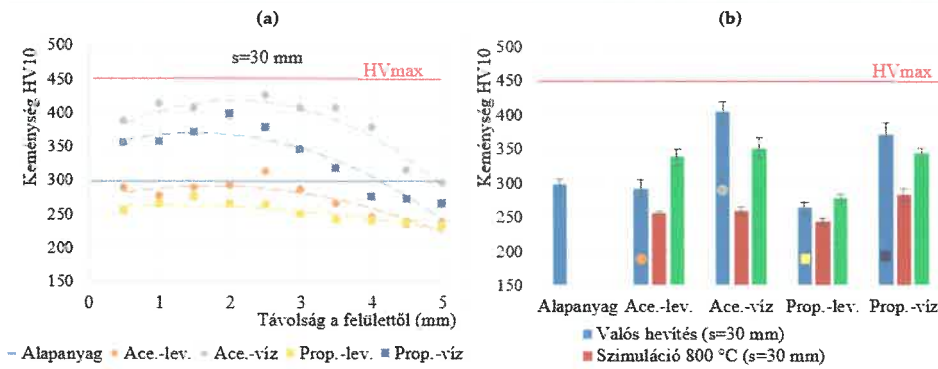
5. táblázat: A valós hevítésekhez felhasznált égők, azok mozgási sebessége, és a becsült vonalenergia (Φ_r/v) mértéke (η_r : az eljárás termikus hatásfoka)



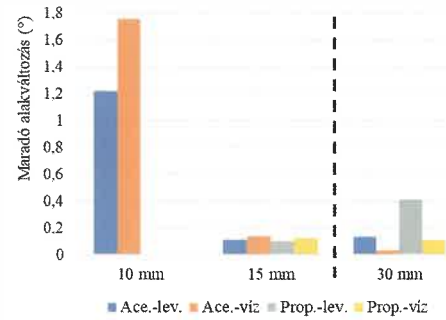
12. ábra: A valós hevítési kísérlet körülményeinek szemléltetése, egy S690QL 30 mm-es acéllemez hevítése (acetilén-oxigén üzemű égővel) és intenzív vízhűtése közvetlenül a hőhatást követően



13. ábra: A valós hevített lemezből készült makroszkópi próbateste kivételének helye (a lemez közepén), valamint a keresztirányú szögelfordulás (ϕ) mérésének helyei és elve



14. ábra: Keménységeloszlás a valós hevített felülettől mérve (a), valamint a keménység átlagértékének (0,5-2,5 mm) összehasonlítása a szimulációs vizsgálat (az inter-, és superkritikus hőmérsékletű) eredményeivel (b) (S690QL)



15. ábra: Maradó alakváltozások mértéke a vizsgált különböző vastagságú lemezeknél más-más hevítési- és hűtési módok esetén

Vékonyabb lemezeknél főleg a lassú propános hevítésnél, valamint a levegőhűtéseknel a hőterjedés lévén a hevítéssel szembeni oldal is átmelegszik, ezzel csökkentve a hevítés irányába kialakuló maradó alakváltozás mértékét. Nagyobb lemezvastagságoknál a nagyobb teljesítményű égők alkalmazása ellenére lényegesen egyszerűbb tartani a közép vonal alatti rész felhevülésének elkerülését (a lemez hevítéssel szembeni oldala sokkal hidegebb marad, mint egy vékony lemeznél). A korábban bemutatott makroszkópikus csiszolatokon (6. táblázat), és az itt be nem mutatott, de vizsgált csiszolatokon látható hőhatásövezetek jellegének felhasználásával a 16. ábra szemlélteti az alakváltozás szempontjából meghatározó hőhatásö-

vezetek közép vonalhoz viszonyított elhelyezkedését. Ez a terület nem azonos a korábbi képeken jól látható hőbehatolás övezetével, annál lényegesen nagyobb, hiszen a csiszolaton már nem látható alacsonyabb hőmérsékleti részek is befolyásolják a lemez tágulását, majd annak zsugorodását.

A többszörös hevítések utáni maradó alakváltozást vizsgálva gyakorlatilag annak mértéke egyenes arányban áll a hevítések számával (17. ábra).

6. Összefoglalás, ipari hasznosíthatósági javaslatok

Terjedelmi korlátok miatt természetesen csak a kísérletek és a mérési eredmények egy részének bemutatására volt lehetőségem. A be nem mu-

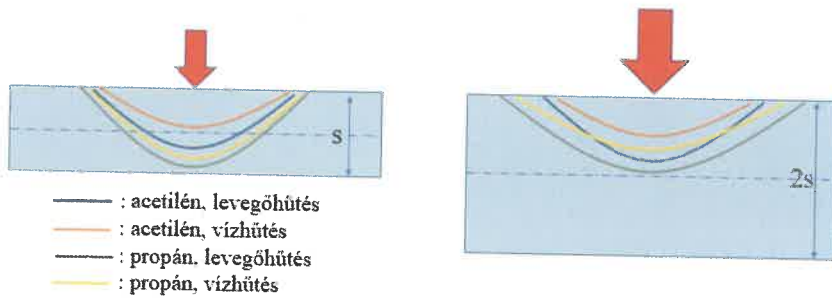
tatott további eredmények a disszertációban megtalálhatók.

Vizsgálataim alapján egyértelműen olyan ajánlások tehetők az ipari gyakorlatban lánggyengetést használó szakemberek számára, amelyek betartása a szerkezetek élettartamát, megbízhatóságát növelik. Rámutatam arra, hogy hegesztéshez hasonlóan az eljárás felügyelete mindenképpen meghatározó szempont kell legyen a gyártási folyamatok során, mert a túlhevített, sőt akár az interkritikus hőmérsékletű gyorsan hűtött zónákban nagyon jelentős mértékű ridegedés jöhet létre. Fontosnak tartom, hogy a felelős hegesztőmérnök/technológus hagyja jóvá, felügyelje a lánggyengetés technológiájának végrehajtását, melynek fő szempontjai a következők legyenek:

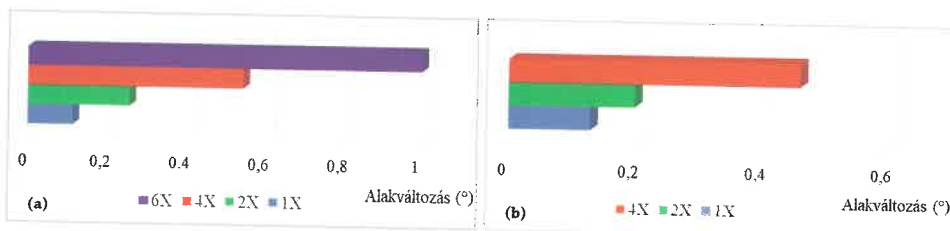
- lánggyengetéshez lehetőség szerint acetilén-oxigén üzemű, a falvastagságoknak megfelelő méretű égőket használjunk, (nem feltétlenül az eljárás gyorsasága és jobb hatásfoka miatt, hanem a túlzottan nagy területen felhevült széles hőhatásövezetek elkerülése érdekében – az állítás vonalhevítésekre fokozottan ajánlott),
- a lehető legkisebb területet hevítsük, kerüljük az egybefüggő nagy térfogatok egyidejű felhevítését, főleg a túlhevítését, melynek alapfeltétele, hogy a lemezvastagságnak megfelelő teljesítményű (semmiképpen nem nagyobb) égőt javasolt alkalmazni,

Éghető gáz (égő)	Acetilén-oxigén hevítés (égő: No.8 égőszár)		Propán-oxigén hevítés (égő: 10-30 vágófúvóka)	
	Levegőhűtés	Vízihűtés	Levegőhűtés	Vízihűtés
Hűtés módja	Levegőhűtés	Vízihűtés	Levegőhűtés	Vízihűtés
Makroszkópi képek				
Mikroszkópi képek (0,5 mm-re a hevített felület alatt)				
Alapanyag	Valós hevített anyagok			
297 HV10	Keménység átlagértéke a felület alatt 0,5, ill. 1 mm-re mérve			
	282 HV10	400 HV10	259 HV10	356 HV10

6. táblázat: A valós hevítések makroszkópi és mikroszkópi képei (S690QL, s=30 mm)



16. ábra: Maradó alakváltozást meghatározó, a csiszolaton látható hőbehatolás elhelyezkedése a lemez középvonalához képest vékonyabb, ill. vastagabb lemez esetén (elvi ábra)



17. ábra: Maradó alakváltozás mértéke a különböző vizsgált acélok ((a) az $s=15$ mm lemezvastagságú S355J2+N jelű, (b) az $s=30$ mm lemezvastagságú S690QL jelű) esetén egyszeres és többszörös (kettő, négy, /hat/) acetilén-oxigén hevítéseknél levegőhűtésnél

- ne hevítsük fel 700-750 °C fölé az egyengetendő területet még normalizált acélnál sem, minden esetben maradjunk A_1 hőmérséklet alatt, ami nagyszilárdságú acéloknál kifejezetten javasolt (a túlzott mértékű szívósságcsökkenés, elrögzedés miatt,
- a folyamat gyorsítása érdekében ne alkalmazzunk intenzív vízűtést az eljárás befejezéséhez, legfeljebb már alacsony hőmérsékletre hűlt daraboknál (M_f alatt), (az intenzív hűtés a nagy felhevített területek, ill. a vékonyabb lemezek esetében a túlzott keményedés, és elrögzedés miatt kifejezetten veszélyes lehet),
- amennyiben az alakítás mértéke úgy kívánja, az egyengetés után lehűlt munkadarab ugyanott újra felhevíthető, az alakváltozás mértéke arányosan nőni fog, de 2-3 hevítésnél a szemcsedurvulás elkerülése érdekében ne végezzünk többet azonos helyen,
- az elvárt maradó alakváltozások érdekében ügyeljünk arra, hogy csak azokat az anyagrészeket hevítsük fel, amely a kívánt alakváltozás se-

gíti (ebből a szempontból sem javasolt a lassú égésű gázokkal üzemelő eszközök használata).

7. Köszönetnyilvánítás

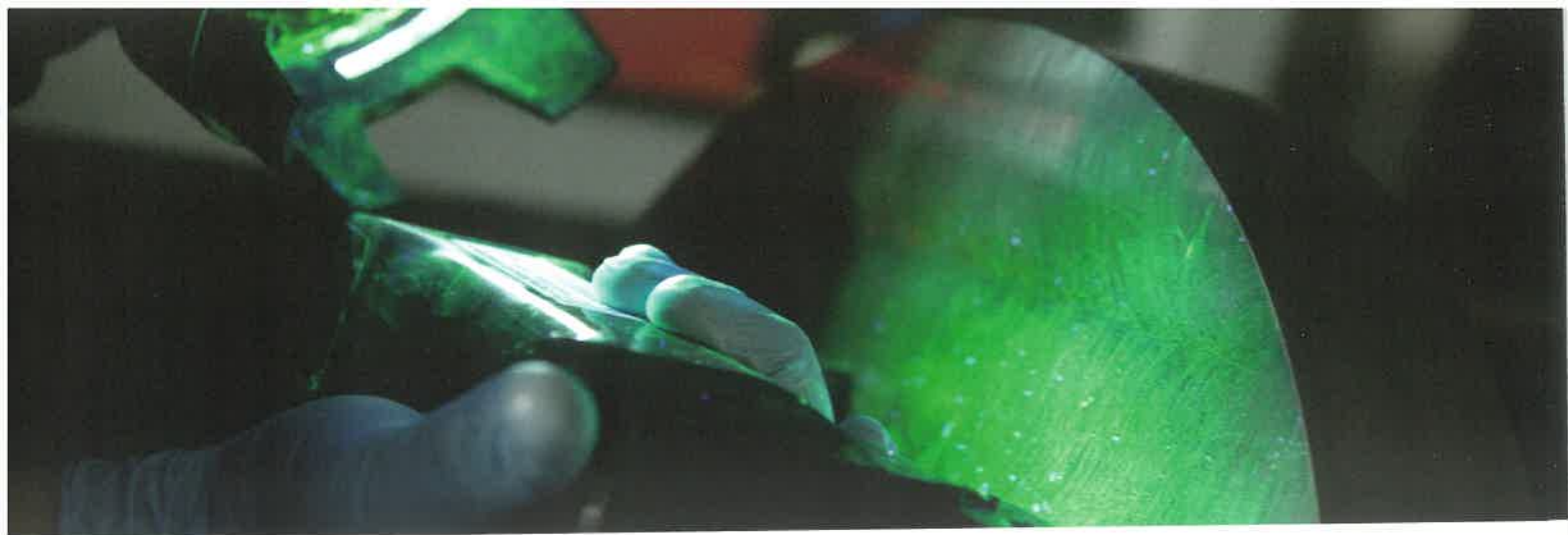
A disszertáció készítése során nagyon sok szakember, intézmény, vállalkozás segítségét igénybe vettem. Ezúton is köszönöm mindazoknak, akik ebben a munkában segítségemre voltak.

Irodalomjegyzék:

- [1] Gyura, L.: Lángtechnológiák hatása a nagyszilárdságú acélok tulajdonságaira, PhD disszertáció, témavezető: Balogh, A., társtémavezető: Gáspár, M., Miskolci Egyetem, 2021.
- [2] MSZ EN 1090-2:2018, Acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezése. 2. rész, Acélszerkezetek műszaki követelményei, (Execution of steel structures and aluminium structures. Part2: Technical requirements for steel structures)
- [3] MSZ CEN ISO/TR 15608:2021, Hegesztés A fémek csoportosítási rendszerének irányelvei (Wel-

ding. Guidelines for a metallic material grouping system (ISO/TR 16608:2017)

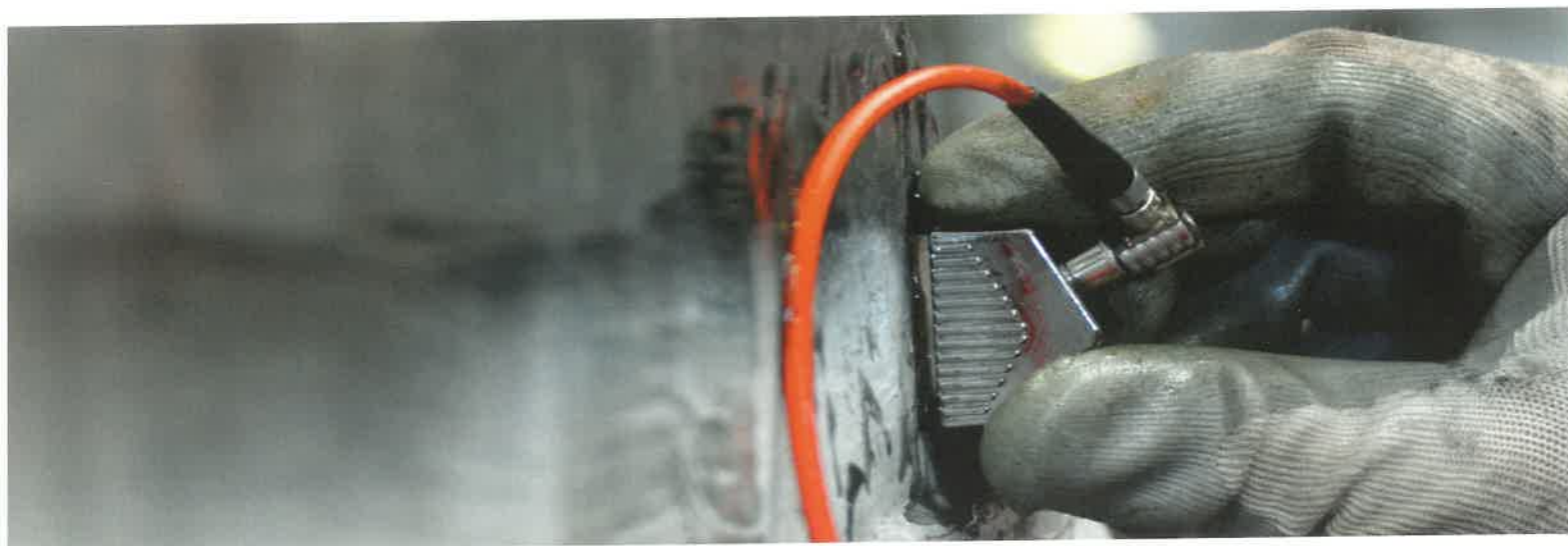
- [4] MSZ EN 1011-2:2001, Hegesztés. Ajánlások fémek hegesztéséhez. 2. rész: Ferrites acélok ívhegesztése, (Welding recommendations for welding of metallic materials. Part 2: Arc welding of ferritic steels)
- [5] Facts about Fuel gases, AGA Best Practice kiadvány, AGA Gáz Kft, 1992.
- [6] Fundamentals of flame straightening, Technical information for flame processes, BOC (A Member of the Linde Group) 2009.
- [7] Gyura, L., Gáspár, M., Balogh, A.: A láng egyengetési hőciklusok szövet szerkezetre gyakorolt hatása nagyszilárdságú acéloknál, Hegesztéstechnika XXXI. évf. 2020/2. pp.39-44.
- [8] Adonyi, Y.: Heat-affected zone characterization by physical simulations, Welding Journal, October 2006. pp. 42-47.
- [9] Gáspár, M., Balogh, A.: A hegesztési paraméterek hőhatásövezetre gyakorolt hatásának fizikai szimulációval történő vizsgálata S960QL esetén, Hegesztéstechnika, 25. évf. 1. sz., 2014. pp. 21-28.
- [10] Gáspár, M.: Nemesített nagyszilárdságú szerkezeti acélok hegesztéstechnológiájának fizikai szimulációra alapozott fejlesztése, PhD értekezés, (Témavezető: Balogh, A.), Miskolc, 2016.
- [11] Verő, B.: A fizikai és matematikai szimuláció helye és szerepe a műszaki anyagtudományban, Bányászati és Kohászati Lapok, 145. évf., 2012/1. pp. 2-6.
- [12] Lenkeyné Bíró, G.: Ütővizsgálat információ tartalma – Hagyományos, műszerezett, GÉP, IL.évf. 7-8. sz. 1997. pp. 55-64.
- [13] D. Rosenthal, D.: Mathematical theory of heat distribution during welding and cutting, Welding Journal, Welding Research Supplement, pp. 220-234., 1941.



HIDRA

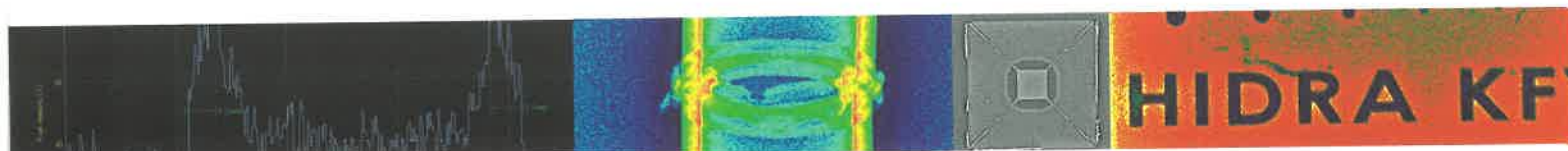
FELNŐTTKÉPZŐ KÖZPONT

Roncsolásmentes anyagvizsgálati képzések



VT - szemrevételezéses
PT - folyadékbehatolásos
MT - mágneses
LT - tömörségvizsgálat
RT - radiográfiai
UT - ultrahangos
PED - nyomástartó edény vizsgálat

1-es és 2-es szintű képzések
3-as szintű vizsgafelkészítés
Újratanúsítás
Sugárvédelmi tanfolyamok
Analog, digitális és fázisvezérelt
ultrahangos készülékek
Digitális röntgen



facebook.com/feinottkepzes.hidra

1108 Budapest, Harmat utca 208.
+36-1-426-0349
anyagvizsgalo@hidra.hu
Nyilvántartási szám: B/2020/00061

Kövágó Csaba PhD

Beszámoló az IIW C-VIII Bizottság 2021-es évi tevékenységéről

tudományos munkatárs
Gyógyszertani és Méregtani Tanszék
Állatorvostudományi Egyetem, Budapest
kovago.csaba@univet.hu

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (International Institute of Welding, IIW) a hegesztést érintő minden kérdéssel foglalkozó nemzetközi szervezet. Munkáját szakbizottságok által végzi, melyek munkáját az IIW vezetősége koordinálja. Az Intézet különféle dokumentumok, guideline-ok kiadásával segíti a hegesztők, hegesztési technológusok, mérnökök és vezetők munkáját világszerte.

Jómagam, mint a C-VIII - Health, Safety and Environment (Egészség, Biztonság és Környezet) bizottság magyar küldöttként segítem az IIW munkáját. Az alábbiakban szeretnék betekintést adni a Bizottság ezévi munkájába, ezen belül átadni a magyar szakmai közvéleménynek a Bizottság évközi- és normál éves tanácskozásán elhangzott előadások legérdekesebb információit.

A Bizottság segítségével megszületett két kiadvány, amely fontos információkkal szolgál a hegesztést végzők egészségvédelme szempontjából. Az egyik az idén kiadott „Állásfoglalás a tüdőrák és a hegesztés kapcsolatáról” (IIW Statement on lung cancer and welding), amely tartalmazza a Bizottság és az IIW legfrissebb javaslatait a Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (International Agency for Research on Cancer, IARC) korábban kiadott 118-as monográfiájával kapcsolatban. A másik a tavalyi évben kiadásra került

„Hazardous Substances in Welding and Allied Processes” c. könyv (Vilia Elena Spiegel-Ciobanu, Luca Costa, Wolfgang Zschiesche), melyben a szerzők összefoglalják a legfrissebb információkat a hegesztési füstben található káros anyagok hatásairól.

A 2021-es évközi tanácskozásáról (Intermediate Meeting 2021. 03. 15-16) legérdekesebb témái.

„New concepts for clean and safe cobot welding”
Prof. Dr.-Ing Emil Schubert,
Abicor Binzel GmbH.

A cég célja az automatizált hegesztéssel kapcsolatos igények és követelményeknek megfelelő új robotizált, dolgozókkal együttműködésben működő (cobot) cellák építése. A cellák kielégítik a mai kor igényeit, beleértve a környezetvédelmi/CO₂ kibocsátás csökkentésére vonatkozóakat is, emellett folyamatosan gyűjtik és tárolják a hegesztés-technológiai adatokat (huzalfogyás, gáz- és energiafogyasztás), illetve a káros emisszióra vonatkozó alapvető adatokat is (PM10 és PM2,5 mérés). A cellák önálló elszívóberendezéssel, gáztakarékos fűvókával vannak felszerelve. Az új összeállítások három méretben, kis cella (oktatási-kutatási céllal elsősorban), közepes-, és nagy kapacitású fordítóasztalos

(„turn cell”) kivitelben érhetőek el. Kérdésre válaszul megtudhattuk, hogy igény esetén a PM érzékelőkön felül nanorészecske-számlálóval is felszerelhetőek.

„Siderosis and pulmonary fibrosis, case study”
Dr. Simon Wiedhaas, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

A hegesztés során fém/fémoxid tartalmú füst belégzése történik meg a hegesztő által, ennek hosszú távú következménye lehet a vastartalmú részecskék felhalmozódása a tüdőben (sziderózis), illetve a tüdő következményes kötőszövetes átépülése a sziderofibrózis, amely esetben a légzőfelület és a tüdő rugalmassága jelentősen lecsökken a normálhoz képest. Míg a sziderózis normál esetben visszafordítható folyamat az expozíció megszüntetésével, addig a már kialakult sziderofibrózis visszafordíthatatlannak tekinthető, az expozíció megszüntetésével csak a súlyosbodása kerülhető el (magyarázat, a szerző)

A kutatás során a kollégák a hegesztés során a sziderózis illetve a sziderofibrózis kialakulását, és az ehhez szükséges körülményeket vizsgálták humán esetek kapcsán. A

vizsgálat elsősorban MMA technológiával dolgozó hegesztőkre korlátozódott. Az eredmények szerint a sziderózis törvényszerűen kialakul a hegesztőkben, de általában nem okoz további egészségkárosodást. A sziderofibrózis kialakulásához a kutatás szerint ~100mg/m³ fémfüstkoncentráció rendszeres belégzése szükséges éveken keresztül, így sokkal ritkábban fordul elő. A vizsgálatok során vett szövetmintákban talált fém/fémoxid részecskék vegyi elemzése kimutatta, hogy azok anyaga nagyban megegyezik a hegesztési füst-részecskék- illetve a hegesztőanyagok összetételével, így ezek bizonyítottan a hegesztés során kerültek a szervezetbe. Veszélyeztetettek a szűk-zárt helyen dolgozó hegesztők, bár ez a munkakörülmény nem alapfeltétele a kóros állapot kialakulásának. A vizsgált esetekben olyanokban alakult ki, akik a fenti munkakörülményekben több mint 28 évig dolgoztak.

*„Advancement in characteristics of welding fumes by FT-IR”
Vishal Vats, TWI Ltd*

A kutatásban a portöltetű huzal-elektrodás ívhegesztési- (FCW) és a kézi ívhegesztési technológia (MMA) Cr(VI) kibocsátását, és azt ezt befolyásoló kémiai anyagokat vizsgálták. A z FCW technológia töltőpora és az MMA technológiában használt bevonatanyagok rokonságban állnak egymással, de semmiképpen sem azonosak. Fő különbség, hogy a portöltetben magasabb a Na és K koncentráció, mint a bevonat-anyagokban és ez fontos hatással van az elégszkor keletkező Cr(VI) keletkezésére. A hegsztési füstben a keletkező króm-6 oxid előfordulhat kromát (CrO₄²⁻) és dikromát (Cr₂O₇²⁻) formában valamilyen pozitív ionnal képzett vegyületben.

Mindkét esetben egészségkárosító hatású, hiszen hexavalens krómot tartalmaznak, de a kromátok inkább lúgos környezetben stabilak (pH 6,5 felett), míg a dikromátok a savasabb környezetben, (pH 6,5 alatt), így veszélyesebbek az emlős szervezetekre. A vizsgálatok során kiderült, hogy az MMA technológia füstjében a hexavalens króm leginkább kromát formában van jelen (a füstben megjelenő CO₂ és víz ennek a formának a létrejöttét segíti elő), míg az FCW hegesztéskor a füstben megjelenő hexavalens króm dikromátok formájában van jelen. Ennek magyarázata, hogy a korábban említett magasabb Na és K koncentráció a dikromátokat stabilizálja. Ez a felismerés a hegesztők egészségvédelme miatt igen fontos, hiszen, ahogy fentebb megemlítésre került a dikromátok toxikológiai szempontból igen kockázatos anyagok az emberi szervezet számára.

*„Investigation and control for welding fume and Cr(VI) formation from stainless steel SMAW process by nano-particle addition to the electrode”
Vishnu BR, National Institute of Technology Tiruchirappalli*

Folytatva a króm kérdéskörét, a kutatás célja itt is a Cr(VI) kibocsátás csökkentése az MMA hegesztés közben. Az egyik lehetőség a bevonatban lévő Na és K kiváltása Li-mal és cinkkel, a másik lehetőség különböző nanorészecskék alkalmazása a normál bevonat alatt vagy a normál bevonatba keverve. Ezek lehetnek Al₂O₃-TiO₂, illetve Al₂O₃-TiO₂-ZnO kombináció, melyet a maghuzalra visznek fel, és ezután kerül rá a normál bevonat, illetve nano CaCO₃ és TiO₂ bizonyos arányú bekeverése a normál bevonatba. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a fenti nanoanyagok különböző kom-

binációi képesek voltak csökkenteni a Cr(VI) kibocsátást, vagy a teljes füstkibocsátást, ez utóbbi esetben viszont a füstben nő a Cr(VI) koncentrációja. A kísérletek tovább folytatódnak.

*„Welder’s training during Covid 19 epidemics”
David Hisey, CWB Group*

Az előadásban a pandémia miatt hozott intézkedések és a hegesztőoktatás feltételeinek összeegyeztetéséről, és ennek problémáiról hallhattunk. Mivel a tanműhelyekben sok olyan eszköz (kesztyűk, kötények, fejpajzsok, stb.) található, melyet a tanulók általában közösen használnak, így ezek fertőtlenítése központi kérdés. Mivel a vírus a jelenlegi tudásunk alapján a bőrön keresztül nem fertőz, így a kézen-fejen viselt közös használatú felszerelések biztonságosnak tekinthetők, illetve normál tisztításuk elegendő. Az eszközök fertőtlenítésére az alkoholos fertőtlenítő anyagok a hegesztő munkahelyeken nem alkalmazhatóak tűzveszélyességük miatt (több baleset, köztük halálos is történt ilyen anyagokkal), így a klóros-hypoklóros fertőtlenítő szerek alkalmazására tértek át. Ezek a szerek természetesen élő bőrfelület fertőtlenítésére nem javasoltak (kizárólag végszükség esetén). A kötelezően alkalmazandó fertőtlenítő szerekről általánosságban elmondható, hogy gyakran inkompatibilisek a műhelyben alkalmazott fémekkel, és / vagy az egyéb technológiai folyamatokkal. A szükségessé váló emelt szintű személyi higiénia megkövetelte a kézmosási lehetőségek kibővítését, ez számos tanműhelyben okozott fejtörést. További gondokat okoztak a kötelezően viselt szájmazskok is. A tapasztalatok alapján ezek a védelmi eszközök a

nyílt lángtól vagy az elektromos ívtől csak 30-nél nagyobb távolságban alkalmazhatóak biztonsággal, viszont a köszürő-sarokcsiszoló által keltett szikrák bármelyik változatot (orvosi maszk, pamut maszk, FFP2 álarc) hajlamosak meggyújtani, vagy megolvasztani, ez pedig súlyos kockázatokkal jár. Erre a problémára eddig nem találtak megoldást.

A hegesztéskor keletkező UV-C fény és a vírus összeférhetetlensége folytán a következő, humoros megállapítást tették a kollégák: „If the UV-C kills the Covid-19, then the welding shops should be the safest places in the school!” Azaz, ha az UV-C megöli a vírust, akkor a hegesztőműhelyeknek kell a legbiztonságosabb helyeknek lennie az iskolában. A képet némileg rontja az a tény, hogy az UV-C fény hatására a bőr védőruházatból felszabadulhat a cserzéshez használt sók krómtartalma... A témáról készült írásos-fényképes összefoglaló angol nyelven elérhető a szerzőnél.

„New European Legislation
of hazardous materials”

John Petkovsek, Dan Iskra,
Lincoln Electric

Az Európai Unió 2008/98/EC Waste Framework Directive (Európai Parlament és a Tanács irányelve (2008. november 19.)) a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről) alapján a European Chemicals Agency, ECHA (Európai Vegyianyag Ügynökség) adatbázist épít az ú. n. „különös aggodalomra okot adó vegyianyagok”-ról, („Candidate List”, ez folyamatosan bővül). Amennyiben egy gyártó-, összeszerelő által előállított termékben valamely, a listán szereplő anyag, több mint 0,1 g/g% tömegszázalék koncentrációnál nagyobb mennyiségben van jelen, ezt köteles bejelenteni az ECHA-nak, amely biztosítja,

hogy ez az információ a termék teljes életciklusa folyamán egészen a hulladékkezelési fázisig elérhető legyen. Ez a SCIP (Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)) adatbázis, melybe a bejelentési kötelezettség 2021 január elsejétől fennáll. A kiskereskedelmi tevékenységet folytató vállalkozások esetén nincs bejelentési kötelezettség (hiszen a gyártó már bejelentette a terméket). A cél az, hogy a környezetre / emberi egészségre fokozott kockázatot jelentő anyagokat tartalmazó termékekről olyan, folyamatosan elérhető adatbázis készüljön, amely tájékoztatja a felhasználókat és később a hulladékkezelőket erről a tényről.

Szintén új szabályozás az UFI (Unique Formula Identifier) kötelező alkalmazása 2021 január elsejétől. Ezt az azonosítót a gyártónak kell kérnie az ECHA által biztosított elektronikus regisztrációs felületen. Az UFI egy 16 karakterből álló azonosító, melyet a keverék anyagokra és formulált készítményekre kell alkalmazni, és az a feladata, hogy a termékben lévő veszélyes anyagokat egyértelműen azonosítsa. Lényeges kiemelni, hogy az UFI adatbázis nem tartalmaz olyan érzékeny adatokat (pl mennyiség, technológia), mely a termék előállítására utal, kizárólag a veszélyes anyagok azonosítását szolgálja. Az UFI alkalmazása 2020 jan. 1-től a lakossági használatra szánt, „consumer” termékekre, 2021 jan. 1-től a professzionális használatra szánt termékekre, 2024 jan. 1-től pedig az ipari használatra szánt termékekre kötelező abban az esetben, amennyiben újonnan megalkotott keverékről/formuláról van szó. A korábban forgalomba hozott termékek esetében legkésőbb 2025 jan.1-ig kell UFI azonosítót kérni. Az azonosítót a csomagoláson illetve a Biztonsági

adatlap (SDS) 1.1-es pontjában fel kell tüntetni. Az UFI azonosító termékre specifikus, azaz, ha ugyanaz a (és csak az) vegyianyag-keverék több termékben is megjelenik, akkor több UFI is vonatkozik ugyanarra a veszélyes anyagra.

A Nemzeti Jelentések (National Report) közül kiemelendő a német jelentés, Wolfgang Zschiesche (IPA-DGUV) professzortól, aki több egyéb kutatási eredmény mellett kiemelte, hogy német kísérletes vizsgálatokból igazolhatóan látszik az, hogy a hegesztés közben alkalmazott helyi elszívás csak akkor hatékony eléggé, amennyiben az elszívó legfeljebb 40 cm távolságban van a hegesztés helyétől. Ennél nagyobb távolság megléte esetén az elszívás hatékonysága drasztikusan csökken.

Az előadások mellett a Bizottság elfogadta az IIW Lung cancer statement press release (az IIW tüdőrákkal kapcsolatos állásfoglalásának kiadványa) tartalmát, és felkérte az IIW vezetőségét a kiadvány megszerkesztésére és megjelentetésére.

Folyó év július 14-16 között került sor a C-VIII bizottság üléseire az IIW 2021-es közgyűlése alkalmából. Idén az egyik ülésnapon csatlakozott hozzánk a C-II (Arc Welding and Filler Metals) bizottság egy együttes ülésére. Gerhard Posch (C-II) és Geoff Melton (C-VIII) elnökök megnyitójára kezdődött el a közös munka. A tanácskozás legérdekesebb előadásai az alábbiak voltak:

“Welding exposure scenarios”

V. van der Mee•

Az előadó prezentációjában felhívta a figyelmet a REACH rendelet által bevezetett Use Descriptor System használatára. Ez egy jelölési

rendszer, segíti a gyártókat és a felhasználókat abban, hogy egy vegyi anyag milyen folyamatokban vesz részt az életciklusa során („life cycle staging”), és milyen kockázatot jelent ezekben a folyamatokban az anyagot kezelő személyek számára.

A folyamatok:

- gyártás,
- formuláció
- üzemi felhasználás (egyéb termékek gyártása során)
- szak-felhasználás (szakképzett munkaerő által)
- fogyasztói felhasználás (a szakképzettség nem feltétel)
- a termék tervezett élettartama
- hulladékkezelés
- Ezeknek megfelelően a Use Descriptor System a következő jellemzőket használja:
- a felhasználás szektora (Sector of use, SU): a felhasználók mely csoportja fogja használni a kémiai anyagot, a három fő lehetőség: SU3 ipari szektor, SU21 fogyasztói szektor, SU22 professzionális, szakképzett felhasználói szektor
- A felhasználási folyamat kategóriája (Process Category, PROC): meghatározza, hogy az anyagot milyen technológiákban illetve folyamatokban alkalmazzák, így a használat milyen rizikót jelenthet a dolgozókra nézve, és mekora a munka közben elszenvedett expozíció mértéke (the level of occupational exposure).
- A termék kategóriája (Product Category, PC): meghatározza, hogy a késztermék végfelhasználója milyen mértékű expozícióra számíthat (the level of consumer exposure).
- Az anyag felhasználási köre (Article Category, AC): meghatározza azon termékek körét, melyekben a vegyi anyag felhasználásra kerül (pl.: műanyagok, elektromos eszközök, gépgyártás, stb.)

- A környezeti kibocsátás kategóriája (Environmental Release Category, ERC): meghatározza, hogy a termékekből az adott vegyi anyag milyen formában és mennyiségben képes kilépni, ezzel megadja a környezeti expozíció várható szintjét (level of environmental exposure)

Ezeknek a jelöléseknek az alkalmazása segíteni hivatott az ipar szereplőit abban, hogy a hegesztésben használt anyagok és technológiák alkalmazásakor a teljes életciklusban pontosan tudják becsülni az esetleges kockázatokat, amelyek a dolgozókat, a végfelhasználókat illetve a környezetet érheti. Így mind a gyártás, a használat és a hulladékkezelés biztonságosabbá tehető.

II-2194-2021 / VIII-2322-2021:
“Characterisation of arc welding fume samples• by FTIR spectroscopy”
 Vishal Vats

Az előadásban a kutató immáron több éves kutatásainak újabb eredményeit adta közre. A vizsgálatok jelentős része a hegesztési füstben megjelenő króm oxidációs állapotára, és az ezt befolyásoló tényezőket kutatja. Az újabb vizsgálatok során kiderült, hogy bizonyos fémek (jellemzően alkálifémek, a Na és a K) elősegítik a hegesztési füstbe kerülő, és egészségügyi szempontból kisebb kockázatú Cr (III) átalakulását a veszélyesebb Cr (VI) változáttá, míg a titán dioxid jelenléte ellentétesen hat. Ezen adatok ismeretében lehetségessé válik az, hogy a hegesztési segédanyagok (pl.: elektróda-bevonat, portöltet) összetételének megváltoztatásával csökkenteni lehessen a folyamat króm (VI) kibocsátását. További érdekes eredmény az is, hogy a hegesztési füstben az adatok szerint a szilícium-dioxid

kristályos, úgynevezett krisztobalit formában van jelen és nem amorf formában, ahogy azt korábban sokan gondolták.

II-2178-2021 / VIII-2318-2021:
“Genotoxicity and inflammatory potential of stainless steel welding fume particles – an in vitro study on standard vs Cr(VI)- reduced flux-cored wires and the role of released metals”
 S. McCarrick, V. Doc. Romanovski, Z. Wei, E. M. Westin, K. Persson, K. Trydell, R. Wagner, I. Odnevall, Y. S. Hedberg, H. L. Karlsson

Az előző téma folytatásaként ebben a vizsgálatban a hegesztési füst fémoxid összetevőinek biológiai hatásait kutatták. Manapság többen kísérleteznek olyan portöltetű hegesztőhuzalokkal, melyek összetétele csökkenti a kibocsátott Cr(VI) mennyiségét. A hagyományos portöltetű hegesztőhuzalok és a csökkentett króm(VI) kibocsátású változatok összehasonlítása során kiderült, hogy a hegesztőfüst okozta DNS károsításért leginkább a Cr(VI) a felelős, a csökkentett kibocsátású huzalelektroda füstjével kezelt sejtekben lényegesen kisebb károsodások keletkeztek. Ugyanez igaz a közvetlen sejtkárosításra is. Ezzel szemben, a füstbelégzés okozta gyulladáshoz való reakció független a Cr(VI) tartalomtól, mindkét típusú huzalelektroda füstje hasonló eredményeket mutatott. Ezek alapján elmondható, hogy a csökkentett Cr(VI) kibocsátású huzalelektrodák kisebb egészségügyi kockázatot jelentenek a hegesztőkre nézve, mint a hagyományos változatok. A mérések során az is kiderült, hogy a vizsgált sejtek sokkal nagyobb hatékonysággal vették fel a fémekeket a nanorészecskékből, mint az oldott fémionokat tartalmazó oldatból, mely rávilágít a fémtartalmú nanorészecskék egészségügyi kockázataira.

Több előadás foglalkozott a Cr(VI) keletkezés és kibocsátás csökkentésének lehetőségeivel, mind a portöltetű huzalelektrodák, mind pedig a tömör huzalelektrodák esetében. Amint a fentiekben részben erről már szó volt, az egyik lehetőség a portöltet kémiai összetételének megváltoztatása, így inkább a kisebb oxidációs számú króm változat keletkezésének elősegítése a cél. Ez a megoldás azonban a tömör huzalelektrodáknál nem működhet, így ott más megoldás van szükség. Egy érdekes megoldás lehet az elektrodák bevonása alumínium-oxid, titán-dioxid és cink-oxid nanorészecskékkel. Az így előállított elektrodák esetében részben a Cr(VI) kibocsátás csökken igen jelentős mértékben, de az össz-füstemissziójuk is alulmarad a hagyományos huzalelektrodákkal szemben. A technológia tehát ígéretes, de jelenleg még csak kísérleti fázisban van.

II-2196-2021 / VIII-2290r1-2020:
"IIW Statement on lung cancer
and arc welding of steels"
Wolfgang Zschiesche

Zschiesche Professzor Úr előadásában összefoglalta az IRAC 118-as monográfiájában foglaltakat, kifejezetten a hegesztés szempontjából. E szerint, minden hegesztési eljárás által kibocsátott füst rákkeltőnek tekintendő, függetlenül az alkalmazott fémek és ötvözetek természetétől. Jelen pillanatban a hegesztéssel összefüggésbe hozott daganatos elváltozások közül csak a tüdőrák esetén van elegendő bizonyíték arra, hogy az ok-okozati viszony megerősítse. A köztudot-

tan rákkeltő azbeszt segédtényező szerepe a vizsgálatok alapján kizárható. A vese daganatos elváltozásai esetében ú.n. „limited evidences”, azaz korlátozott mennyiségű bizonyíték áll rendelkezésre, de az adatok további gyűjtésével a jövőben elérhető a megfelelő bizonyítottság. A szemfenéken kialakuló melanóma (festéksejtes daganat) kialakulásáért az adatok szerint a hegesztéskor keletkező UV fény felelőssé tehető, bár a kísérletek szerint az UV-B és az UV-C tartományt a szövetek elnyelik, mielőtt elérhetné a szemfeneket. A függőben lévő kérdések megválaszolása érdekében az Európai Vegyianyag Ügynökség (ECHA) további adatokat gyűjt.

*Updates on the research project:
„Experimental investigation of
respiratory and systemic effects of
subchronic welding fume
inhalation in mouse model
with special regard to
Tungsten Inert Gas (TIG)
welding process, ozone emission
and the metal fume fever syndrome”
Csaba Kovago, Kornel Majlinger,
Jozsef Lehel*

Saját előadásunkban bemutattuk a folyó hegesztés-toxikológiai kutatásunk legfrissebb eredményeit.

*Understanding why DC welding
machines kill (VIII-2324-21)
David Hisey*

Az előadásban bemutatásra került számos eset, melyben egyenáramú áramnemben (DC) történő hegesztés során áramütés érte a hegesztőt, számos esetben az in-

cidens halállal végződött. Az esetek kivizsgálásakor kiderült, hogy gyakran a DC gépek áramkimenete nem esik át elégséges szűrésen, így az elvárható munkafeszültségtől eltérően 110-140V-os feszültségtűskék is megjelennek. Ilyen feszültség mellett pedig könnyebben létrejöhet átütés a ruházaton vagy esetleg nem teljesen megfelelő végőfelszerelésen keresztül. Az előadó javaslata szerint az esetek elkerülése érdekében pontosabban fel kellene térképezni az alkalmazott hegesztő berendezések egyenáramú karakterisztikáját.

A konferencia további programja során az ausztrál kollégák felhívták a figyelmet arra, hogy az Ausztrál Hegesztési Társaság (Weld Australia) honlapján számos technológiai egyéb segédanyag ingyenesen elérhető. Ezek közül az ú.n. Technical Guidance Note-ok érdekesek, melyekben a hegesztést érintő egy-egy fontosabb kérdést és szabványt mutatnak be. A kiadványok letölthetőek a következő webcímről: <https://portal.weldaustralia.com.au/resources/>, a „Technical Guidance Notes” szűrő alkalmazásával.

Mint a beszámolóból kiderül, az IIW C-VIII-as bizottsága tevékenysége igen széles tudományterületet ölel fel. Továbbra is igyekszünk megosztani egymással és a szélesebb közvéleménnyel minden információt, amely a hegesztők egészségére és a környezetre leselkedő veszélyek és kockázatok csökkentésére alkalmasak.

A beszámolóban említett eseményeken való részvételt a 129055 azonosító számú NKFIH FK_18-as pályázati forrás támogatta.



MŰANYAGHEGESZTŐK FELKÉSZÍTÉSE ÉS MINŐSÍTŐ VIZSGÁJA

Mit foglal magába a programunk?

Alapképzés: Segítünk elindulni a **műanyag lemez- és/vagy csőhegesztői** tevékenységben. Támogatjuk az alkalmazott alapanyagok, eszközök és hegesztő berendezések megismerésében és üzembiztos alkalmazásában. Ezt a képzést az Ön igényeihez igazítjuk.

Minősítővizsga: Amennyiben van már műanyaghegesztési gyakorlata, felkészítjük, hogy sikeres **minősítővizsgát** tehessen **műanyag lemez- és/vagy csőhegesztőként** a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyag-vizsgálati Egyesülés (MHE) eljárásrendje szerint.

Milyen szakterületen alkalmazható a megszerzett szaktudás?

- Csőhálózat építés: (ipari és közmű)
- Tartály- és medencegyártás
- Járművek és berendezések műanyagalkatrész javítása
- Légtechnikai rendszerek
- Szigetelések és depónia

Milyen hegesztési eljárásokról lehet szó?

PE, PP, PVC és PVDF anyagú lemezek és csövek hegesztései

Lemezhegesztés: forrógáz (pálcás), extrúziós, hevítőelemes (tompá)

Csőhegesztés: hevítőelemes tokos, hevítőelemes nyereg, fűtőszálas tokos, fűtőszálas nyereg, hevítőelemes (tompá)

Hol lesz a képzés?

Budaörsön a Gyár u. 2. ipartelepen belül, cégünk székhelyén.

10 főtől kihelyezett képzések megszervezésében is szívesen vagyunk partnerek.

Mi a következő lépés?

Látogassa meg honlapunkat: www.umundum.hu,
és lépjen kapcsolatba **Pető László** képzésszervezőnkkel:
kepzes@umundum.hu; +36 30 641 6826



Hűtőfolyadék-követelmények hegesztőgépekhez

REHM Kft., Tápiószele

Ez a sokéves gyakorlat alapján készített személyes vélemény a Hegesztési Felelősök XXII. Országos Tanácskozásán online elhangzott előadás írott változata. A hűtéstechnikát, a vízkémiát, a korróziót lényegében nem érinti, a hivatkozott anyagban megtalálható. A hűtőgépekkel és a hűtési szükséglet meghatározásával kapcsolatos kérdések részletesebb tárgyalása a korlátozott terjedelem miatt maradt el. A leírtak alkalmazásához az adott (hűtő, hegesztőgép) egységek használati útmutatóinak figyelembevétele elengedhetetlen.

Bevezetés

Két hegesztési eljárás főcsoport (1 és 2) területén sok évet eltöltve megkerülhetetlenek voltak a találkozások hűtőfolyadék gondokkal.

Az egyik a védőgázos ívhegesztések, ahol a hegesztőfejek (-égők, -pisztolyok stb.) hűtésénél lehet szükség hűtőfolyadékra bizonyos körülmények között, amikor valamilyen okból a környezeti levegő és védőgáz általi hűtés már nem elegendő. A probléma úgy jelentkezett, hogy a kedves felhasználó gépjárműmotorokhoz ajánlott fagyálló folyadékot használt. Hogy ez miért okozott gondot, az egyik oka ennek az értékezésnek. A hegesztési feszültség jelenlétében és a folyadék áramvezetőképessége következtében a pisztolyfej vízcsatornáit tökéletesen eldugította a galvánkorrózió.

A másik az ellenállás-hegesztések, ahol a technikai haladás az elektródák hűtése mellett előtérbe hozta a félvezetős (főként a középfrekvenciás diódákat és invertert tartalmazó) áramforrások fokozott hűtésigényét, amelyekhez már kompresszoros hűtőgépeket célszerű használni. A szokásos használatkor elfogyó, esetleg ragacsos vagy drága hűtőfolyadék, a több ezer amperes hegesztőáram, a folyadék szennyeződése

és persze a használók érdekei kérdéseket szültek, melyekre a következőkben remélhetőleg kielégítő választ találunk.

A hegesztési eljárásokhoz számos hűtési megoldást alkalmaznak a lég-hűtéstől a folyékony nitrogénes hűtésig, azonban jelenleg csak a hűtőfolyadékokról lesz szó.

1. Folyadék-hűtést használó hegesztőeljárások [1]

A teljesség igénye nélkül azok az eljárások, ahol folyadék-hűtés előfordulhat vagy szükséges:

- 13 huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés
- 14 volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés; (TIG-hegesztés)
- 15 plazmaívhegesztés
- 2 ellenállás-hegesztés*
- 51 elektronsugaras hegesztés
- 52 lézersugaras hegesztés
- 72 villamos salakhegesztés
- 83 plazmavágás
- 84 lézersugaras vágás
- 88 plazmafárgás

*a legtöbb eljárásnál elegendő a hegesztőfej hűtése, az ellenállás-hegesztés esetén több egység is hűtendő a hegesztőelektrodákon kívül.

2. Hűtendő részegységek ellenállás-hegesztés esetén

A hűtés fő célja ellenállás-hegesztő berendezéseknél:

- a kisebb keresztmetszetű és/vagy hosszabb, jobban melegedő áramvezető részek közel állandó hőmérsékleten tartása, amely egyben a szekunderköri ellenállásra is stabilizáló hatással van,
- a minőség biztosítása a hegesztési paraméterek pontosabb értéktartásával,
- az elektródák élettartamának növelése,
- a félvezetők – különösen a középfrekvenciás diódák – védelme a tönkremenetel ellen,
- kisebb méretű és tömegű gépek készítésének érdekében.

A folyadékkal hűtendő részek a leggyakoribb ipari ellenállás-hegesztő berendezések esetén, melyeknél a lég-hűtés már nem elegendő a termelékenység növeléséhez. Az alábbiak az itt nem részletezett különleges eljárásokra és -áramforrásokra, az elektronikai- és finommechanikai alkatrészek hegesztésére értelemszerűen alkalmazhatók.

- A) Kis teljesítményű ipari gép esetén egykörös hűtés:
- elektródák, elektródatartók.

B) Szokásos váltakozó áramú állványos gépek és hegesztőfogók esetén szintén egykörösen, többnyire az alábbi sorrendben sorba kapcsolva az áramlás irányában:

- teljesítményszabályozó modul (tirisztorok, ignitron stb.),
- hegesztőtranszformátor,
- hegesztőkarok,
- elektródartatók, elektródák.

C) Inverteres egyenáramú (MFDC) gépek esetén párhuzamos hűtőkörök, áramlásellenőrzővel

- elektronikus áramláskapcsoló a diódák hűtőkörében minimum követelmény,
- áramlásérték-kijelző és beállítási lehetőség, valamint hőmérő szokásos minden hűtőkörre,
- állítható elektronikus áramlásellenőrzőt célszerű bekötni a visszatérő közös hűtőfolyadékba.

D) Nagy teljesítményű váltakozó- vagy egyenáramú ellenállás-hegesztőgépek esetén több párhuzamos hűtőkör, ill. nagy elektródatérhelés esetén két különböző hőmérsékletű hűtőfolyadék lehet indokolt, azaz a

- teljesítménymodul és
- hegesztőtranszformátor körök-höz normál hőmérsékletű (20 °C), a páralecsapódás elektronikára kedvezőtlen hatásának elkerülésére,
- alsó kar
- hegesztőszerszám (akár kettő)
- felső kar körökhöz csökkentett hőmérsékletű (8... 10 °C), a hosszabb elektróda-élettartam és kisebb ellenállás érdekében. Ennél az esetenél is – lásd C) – körönként áramlásbeállítás, -ellenőrzés és hőmérő szokásos.

3. A hűtésről általánosan

A hűtési követelményeket a kezelő jelenléte és az eszköz terhelhetősége, ill. élettartama befolyásolja.

- Ívhegesztőégek, -pisztolyok, -fejek és társaik (vágó, lézer, plazma stb.) esetén kézi eljárásnál a hegesztő hőterhelésének csökkentése érdekében kell jobban hűteni az égot.
- Gépesített, robotos eljárásoknál a hegesztőfej szerkezeti anyaga és tartóssága határozza meg a szükséges hűtés mértékét (ezért igen jelentős teljesítményeknél is elkerülhető a folyadék-hűtés).
- Ívhegesztő berendezések hegesztőfejhűtése esetén elegendő egyszerű hőcserélős hűtőegység, amely a hűtőfolyadék hőmérsékletét a környezeti levegő hőmérsékletének közelébe képes visszahűteni. Az MSZ EN IEC 60974-2 szabvány [2] kizárólag ezeket a folyadékos hűtőrendszereket tartalmazza, amely lehet a berendezésbe épített vagy különálló.
- Ellenállás-hegesztésnél a 2. pont A) és B) esetében lehet kompromisszum ilyen hőcserélős hűtő (cooler), a C) és D) esetekben azonban kompresszoros hűtőgép (chiller) a jó választás.

A felesleges hő eltávolításának, azaz a hűtésnek módszerei:

- **HŐÁRAMLÁS** – a hőelvonás konvektív módon, a felmelegedett környező légnemű közeg áramlása útján történik. Olcsó és egyszerű, mellyel a hűtendő hőforrás vagy közeg hőmérsékletét

nem csökkentik a környezeti hőmérséklet alá.

Ez a megoldás általános hőelvonásra a környezeti hőmérsékletű folyadék-hűtőknél és a kompresszoros (hőszivattyús) hűtőgépek elsődleges hűtőközegének visszahűtéséhez.

- **HŐVEZETÉS** – a hőelvonás szilárd anyagok és/vagy folyadékok érintkezése útján történik. Hatékonyabb megoldás, ráadásul

a hőmérséklete a környezeti alatti is lehet.

A hűtőkör-folyamatban keletkező hőelvonása történhet szintén hővezetéssel folyadék-folyadékos hőcserélő esetén, vagy hőáramlással folyadék-levegős (ventilátoros) hőcserélőnél.

Ez megoldás az ívhegesztőberendezések hegesztőfejeinél és a jelentős hőtermelő eljárások berendezésegyeségeinél, így az ipari kivitelű ellenállás-hegesztőgépeknél, jellemző.

- **HŐSUGÁRZÁS** – a hőelvonásnak ez a módja hűtőfolyadék hiányában e témakörben a teljesség kedvéért kerül említésre, igazi jelentősége hevítésnél van.

A hűtés teljesítményszükségletét egyszerű megállapítani, mivel a hűtendő folyamatba bevitt, ill. az esetleg ott fejlődő energia meghatározza ennek maximum értékét.

Példa hűtőválasztásra egy egyhűtőkörös ellenállás-hegesztőgéphez:

- Q_v [m³/h] például 4 L/perc térfogatáramnál 0,24 m³/h → víz esetén a sűrűség $\rho = 1000$ kg/m³
- Q_m [kg/h] tömegáram $Q_m = Q_v \rho = 0,24 \times 10^3 = 240$ kg/h
- ΔT [K] a hűtőfolyadék hőmérsékletnövekedése pl. kb. 1 K
- c_p [kJ kg⁻¹ K⁻¹] 25 °C víz fajlagos hőkapacitása 4,2 kJ kg⁻¹ K⁻¹
- Q_H [kW] a minimális hűtőtelteljesítményigény
 $Q_H = c_p Q_m \Delta T = 4,2 \times 240 \times 1 = 1008$ kJ/h = 1008/3600 = **0,28 kW**

Tehát a gyakorlatban a legkisebb alkalmazható hűtő 300 W hűtőtelteljesítményű.

Ez a kiválasztáshoz azonban kevés adat, mert a hűtő egyéb paramétereit is figyelembe kell venni, pl. a hűtőből kilépő folyadék hőmérséklet ($T_n = 18...22^\circ\text{C}$, $T_{max} < 30^\circ\text{C}$), a keringtető szivattyú adatai (Δp , p_{max} , $Q_{v_{min}}$, $Q_{v_{max}}$). A körülmények figyelembevételével az így kapott teljesítményértéket módosítani kell, többnyire növelve.

Ez jó kiindulás, azonban van néhány fontos szempont, amit még figyelembe kell venni abban az esetben, ha előzetesen a szükséges térfogatáram (Q_v) mellett nincs más adatunk. A hőmérsékletváltozás (ΔT) értékét a percenként történő hegesztések száma szerencsére arányosan befolyásolja. Mellette a becsléshez a hegesztési paramétereiből számítható energiabevitel is fontos adat. Lehet mondani, hogy a nagyobb hűtő nem okozhat bajt, de vegyük figyelembe a zajszintjét, hatásfokát, azaz az összes (hűtőkompresszor, ventilátor, keringtető szivattyú) energiafogyasztását. Tehát a Q_v és az energiabevitel ismeretében a szükségtelenül nagy hűtőket jó eséllyel elkerülhetjük.

A nagyobb hűtő előnye akkor jelentős, ha több gépet lehet egyről hűteni. Ez mindenképpen párhuzamos kapcsolással előnyösebb, azonban külön megfontolást kell tenni a több gépes hűtésnél az áramlási értékekre, ami akkor érdekes, ha nincs a gépeken áramlásmérő. Ez egyszerűen megoldható (részletezés nélkül), azonban amire a hűtőkiválasztásnál figyelni kell: a keringtető szivattyú kapacitása, nyomómagassága, nyomáskülönbsége legyen alkalmas a többgépes üzemre és ne okozzon gondot, ha bekapcsolt hűtő esetén az összes gépben nincs áramlás.

A hűtők kiválasztásánál a meglévő gyakorlati adatokat és tapasztalatokat, amennyiben vannak, előnyös figyelembe venni, természetesen a hegesztési eljárásokon belül maradva.

4. Hűtőfolyadékok

Hűtővízzel szembeni követelmények: [3]

- Ne tartalmazzon agresszív anyagokat.
- Lehetőleg kicsi legyen a változó keménysége, ne rakódjon le vízkő a hűtendő felületen.
- Ne tartalmazzon lebegő anyagokat, amelyek a hűtőfelületen lerakódhatnak, dugulást idézhetnek elő.
- Megfelelően hideg legyen, nagyobb termikus hajtóerő (a hőcsere a hőtadó felülettel és a hőmérsékletkülönbséggel arányos).

A hűtőgépgyártók ajánlásait a víz összetételére úgy kell figyelembe venni, hogy azok a hűtőgép szempontjából feltételei a működésbiztonságnak és a garanciának.

Ezeket a feltételeket kell kiegészíteni az adott eljárás követelményeivel.

Ilyen különös követelmény a vilámos hegesztőeljárásoknál a **hűtőfolyadék szigetelő tulajdonsága**, amit a folyadék elektromos vezetőképessége jellemez. A vezetőképesség az ohmos ellenállás reciproka, mértékegysége a siemens ($1 S = 1 / \Omega$).

A folyadékok tulajdonságait illetően a hűtőgépgyártók és a hegesztőberendezések készítői által megadott tételek és értékek gyakorlati tapasztalatok alapján átgondolt módosításával egyszerűsödhetnek a legfontosabbakra. A részletes tulajdonságok természetesen minden meglévő gépcsoport használati utasításában duplán (hűtőgép, hegesztőgép) megtalálhatók.

Az ipari folyamatok hűtői az alábbi víztípusok egyikét használják: [4]

- Csapvíz vagy városi víz
- Gőzből kondenzált víz
- Víz-glikol keverék
- Desztillált víz
- Sótalanított víz
- Ioncserélt víz
- Membrántechnológiával szűrt víz

Minden esetben a hűtendő berendezés és a hűtőgép használati utasítása tartalmazza azokat a szempontokat, amelyek alapján a rendeltetésszerű használatnak megfelelő hűtőfolyadék meghatározható.

Vízválasztó követelmények, ha alternatív lehetőséget kellene elbírálni:

- a) Hálózati feszültségen lévő közvetlenül hűtendő vezető elemek
- b) Törpefeszültségen lévő közvetlenül hűtendő vezető elemek
- c) Fagyásveszély
- d) Hűtőfolyadékkal érintkező nem korrózióálló alkatrészek
- e) Szerves organizmusok szaporodásának kedvező körülmények

Az a) és b) esetben a folyadék fajlagos vezetőképessége fontos követelmény. Ennek a legjobban bármely ionmentes víz felel meg. Hálózati feszültség esetén max. $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ az ajánlott fajlagos vezetőképesség, törpefeszültség esetén lehet több.

A c) esetben a folyadék fagyállóságát glikol adalékolása biztosítja. A keringtetőszivattyú glikolálló kivitelét ellenőrizni szükséges. A glikol mennyiségét a negatív hőmérséklet határozza meg.

Kedvező esetben a glikol mennyisége max. 30%, azonban -15°C alatti hőmérsékletekhez a glikol aránya lehet 50%, sőt 90% is. Táblázatok a szabványban is találhatóak. [2]

A d) esetről a korrózióállóság érdekében a folyadékhoz inhibitorok adagolása szükséges. A glikol is javítja a korróziógátló hatást. Fontos tapasztalat: a nem korrózióálló alkatrészek kerülendők, mert a korrózióálló is eléggé próbára vannak téve.

Az e) esetben gondoskodni kell az elzáródást is okozni képes szerves anyagok, főleg algák szaporodásának megakadályozásáról. Ideális hőmérsékleti körülmények esetén ez a probléma minden víztípusnál jelentkezhet. A legjobb a megelőzés algásodást gátló adalékkal, lehetőleg környezetbarát kivitelben. A kialakult probléma megoldásához többszöri vízcseré és biocidok kezelése lehet szükséges, aminek hatásági korlátai is jelentősek. [5] A csapvíz előnye, hogy a klórozás következtében az algásodás kisebb esélyű.

Néhány tanács glikol használatához: [4]

- **Ne keverjük a glikolokat**, kiválásokhoz vezethet, ha mégis megtörtént, cseréljük le az egész folyadékot.
- **Ne használjunk autóiipari fagyálló folyadékokat**, mert nem ipari alkalmazásra készültek és az adalékai a hőcserélőn lerakódásokat okozhatnak, megtámadhatják a szivattyú tömítését, vagy áramlást gátló kocsnyát képezhetnek.
- Ellenőrizzük a helyi környezetvédelmi szabályokat a glikol és egyéb adalékú folyadékok ártalmatlanságára.
- **Etilén-glikolt** válasszunk a legtöbb szokásos ipari alkalmazáshoz, ahol a mérgező hatása nem okozhat gondot.
- **Propilén-glikolt** válasszunk a gépbeállítással érintkező esetekre a biztonságos kezelés érdekében, csekély mérgező hatása miatt.

- Ismerjük meg a különbséget a glikolok között, az olcsóbb etilén-glikol gazdaságosabb, a propilén-glikol alacsony hőmérsékleten viszkózusabb.
- A víz/glikol százalékos arányának megválasztásához használni kell az erre vonatkozó táblázatokat. (A hivatkozott szabvány [2] mellett a hűtőgép használati útmutatójában is szerepel.)

Lézerberendezésekhez ajánlott folyadék az ioncserélt víz [4]

- Az ioncserélt víz tisztasága változhat, és a vezetőképességi skála alapján kell mérni. A tiszta ioncserélt víz rossz elektromos vezető. Ha elég tiszta, akkor a hűtőberendezésben nincs szükség inhibitorokra.
- Itt is érvényes, hogy nem használhatók autóiipari folyadékok, mert nem ipari alkalmazásra készültek és az adalékai a hőcserélőn lerakódásokat okozhatnak, megtámadhatják a szivattyú tömítését, vagy áramlást gátló kocsnyát képezhetnek.

ÖSSZEFOGLALVA: a hűtővíz megfelelő kiválasztása a hűtő, a gép és az eljárás alapján történjen.

- A nem megfelelő típusú víz használata befolyásolhatja a teljesítményt, a víz élettartamát, a hűtőgép hőcserélőjét és a hűtött berendezés megfelelő működését.
- A hűtőberendezés gyártóját a megrendelés előtt tájékoztatni kell az alkalmazásról és a hűtendő berendezés tulajdonságairól, hogy a felhasznált vízhez vagy hűtőfolyadékhoz megfelelő alkatrészeket és kialakítást válasszon a hűtőhöz, külön figyelemmel a keringtető rendszer követelményeire.
- **Ipartelepi méretű központi folyadék-hűtőrendszerek tervezését, létesítését, üzemeltetését,**

vízkezelését szakcégre célszerű bízni! Például a Nalco Water, a világ vezető vízkezelési és folyamatfejlesztési szolgáltatója. Vízügyi szakértelmük egyedülálló az ECO-LAB vállalatoként a víz-, a higiéniai és az energiatechnológiák és -szolgáltatások területén. [6]

5. A folyadékjellemzők mérése

A hűtőfolyadékok jellemzői igen számosak, ráadásul a határértékeket és vizsgálandó összetevőket a hűtőgép mellett a hűtendő egység tulajdonságai is befolyásolják, kiegészítve a környezeti és üzemeltetési feltételekkel. Kihasználható azonban az alkotóelemek egymásra hatása, azaz például határértéken felüli savas alkotó megmutatkozik a pH értékben, vagy jelentős vízkeménység megjelenik az összes oldott sótartalom (TDS – Total Dissolved Solids) mérőszámában. Ezekre tekintettel és a több évtizedes tapasztalatok alapján egy jól használható javaslatot adunk a vízösszetétel értékeire a hegesztési eljárások 1 (6. pont) és 2 (7. pont) főcsoportjaira, a főbb mérendő jellemzőkre pedig ebben a pontban.

A hűtőfolyadékok „otthona” a hűtőegység, akár van tárolótartály, akár nincs, de a hegesztési alkalmazások jellemző méretei miatt többnyire van. A tartály méretének kérdése szintén túlmutat a jelen értekezésem. Ezért a hűtőfolyadékok egyszerűsített összetételének és az ajánlott határértékekre egy nagy folyadékos hűtőgyártó és egy szintén régi piacvezető EH-gépgyártó ajánlását vettük alapul rézanyagú hőcserélős hűtőkre, minthogy a hegesztőgépek hűtőkörében is jellemző a rézötvet.

Az alábbi táblázat célja, hogy tájékoztatást adjon a vízminőségi határértékekről, amelyeket be kell tartani,

ha vizet használnak keringetett másodlagos folyadékként a kompresszoros hűtőgépek rézcsöves elpárolgatóinak vagy kondenzátorainak csőoldalán. Ezért érvényes a hegesztőgépben lévő vízzel érintkező rézötvezetek esetére is.

Az említett értékek csak tájékoztató jellegűek, mivel nem lehet olyan tanácsot adni, amely megakadályozza a hozzáadott keringetett hűtőfolyadékokból származó esetleges káros vegyi hatásokat, valamint az esetleges vízkőképződést, lerakódást. Természetesen érvényes az egyetlen folyadékot tartalmazó hőcserélős hűtőkre is.

A következő közönséges folyadékok szigorúan tilosak:

- ioncserélt víz
- desztillált víz
- tengervíz
- a szokásos víz és etilén-/propilén-glikol keveréktől eltérő folyadékok

A tapasztalat azt mutatja, hogy csapvíz esetében a hűtőgyártó által előírt értékek alpból teljesülnek (amennyire a hatósági felügyeletben bízni lehet).

Az ellenállás-hegesztőgépgyártó a korróziót és lerakódásokat okozó összetevőket emelte ki. Az összes oldott sótartalom, tkp. szilárdanyag tartalom (TDS), amit szintén mg/L koncentrációban adnak meg, és ez a paraméter egyben jól jellemezi a víz fajlagos vezetőképességét, melynek mértékegysége a mikrosiemens/cm. Az elektromos vezetőképesség (EC) hőmérsékleti korrekciós táblázat segítségével elegendő pontossággal megkapható a TDS értékből. A sómentes vizek fajlagos vezetőképessége 25 °C-on 1-50, a csapvízé 100-700, a tengervízé 1000-50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A semlegetől a lúgos irányba eltérített pH érték a hűtővíz stabilitását javítja, egyben a víz keménységét és a korróziós hatást csökkenti. A savas víz (pH < 7) korróziós hatású, a lúgos víz (pH > 7) pedig lerakódásokat jelenthet. [3]

A javasolt értékeknél a TDS és az EC lényegében egyenértékű, amely ellenőrzése egyszerűbb, azt lehet választani. A pH és a vízke-ménység mérése indikátorpapírral szintén egyszerű. Hegesztőgépek esetén a keringetett vízmennyiség keménysége a használat közben csökken, ezért utántöltésre a magasabb értékek elfogadhatók. Egy új hűtő első teljes feltöltéséhez, ha a csapvíz keménysége vagy TDS értéke túl nagy, egy háztartási ivóvízszűrő elegendő mértékben csökkenti ezeket az értékeket. A membránszűrőket – különösen a fordított ozmózis szűrést – csapvízzel keverten célszerű alkalmazni (lásd tilos folyadékokat előbb).

Egyszerűen kezelhető olcsó mérőműszerek kaphatók a táblázatban javasolt vastagon jelzett 3 érték mérésére, akár olyan is, amely mindhárom értéket mérni képes (lásd az alábbi képen). Egyetlen műszer választása esetén a TDS mérő a legjobb választás (a TDS érték átszámolható EC értékre és viszont).

1. táblázat: **Vízminőségi határértékek réztartalmú rendszerekben való használathoz**

Paraméter	Hűtőgyártó	EH-gépgyártó	Javaslat
oldhatatlan anyagok (TDS)		< 250 mg/L	< 390 mg/L
elektromos vezetőképesség (EC)	100 – 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$
hidrogénion koncentráció (pH)	7 – 9,5	7 – 8,5	7,5 – 9,0
szulfát SO_4^{2-}	< 100 mg/L	< 100 mg/L	
bikarbonát HCO_3^-	< 200 mg/L		
klorid Cl^-	< 50 mg/L	< 20 mg/L	
foszfát PO_4^{3-}	< 2 mg/L		
széndioxid CO_2	< 5 mg/L		
oxigén O_2	< 0,1 mg/L		
nitrát NO_3^-	< 5 mg/L	< 10 mg/L	
ammónia NH_3	nem megengedett		
kénhidrogén H_2S	nem megengedett		
klorit	nem megengedett		
szabad klór	< 0,2 mg/L		
német keménységi fok		< 10 nk (dH)	
nemzetközi vízkeménység		< 1,786 mmol/L	< 3,2 mmol/L

TDS



pH



EC



Minden mért jellemzőt konvertálni szükséges 25 °C esetére, mivel a hőmérséklet függvényében más és más az értékük. A műszer ezért méri a közeg hőmérsékletét is.

TDS – Total Dissolved Solids

[mg/L, ppm]

EC – Electric Conductivity

[μS/cm]

pH – potential of Hydrogen

(vizes oldat savassága vagy bázikussága)

6. Ívhegesztőgépek hűtőfolyadékai

Az ívhegesztőgépeknél a hegesztőfej hűtése a szokásos feladat, kézi eljárásoknál a hegesztő által elviselhető mértékben. Ez egyben azt jelenti, hogy a környezeti hőmérséklet feletti hűtés elegendő (max. hőmérséklet 70 °C), tehát egyszerű, keringtetett folyadék-levegő hőcserélős hűtő meg-

felel. A folyadék mennyisége kevés, az áramlási mennyiség 1 L/perc. Az igen kis keresztmetszetű csatornákra és tömlőkre figyelni kell, amit a hosszú közbetétkábelek léte fokozhat. Egy szokásos hűtő teljesítménye 1 L/perc esetén 550 W, max. 2 L/perc esetén 1100 W. [2]

A hordozható/gurítható ívhegesztőgépeknél számolni lehet fagyásveszéllyel, ezért javasolt -15 °C-ig alkalmas folyadék használata. Mivel a mennyiség kevés, a rendszer zárt, a fogyás megfelelő pisztolycsatlakoztatások esetén jelentéktelen. A fagyásgátló segíti a folyadék korrózióvédő hatását és stabilitását, továbbá kész folyadék esetén a paraméterek szavatoltak, mérés, ellenőrzés gyakorlatilag szükségtelen.

RCL nagyteljesítményű fagyálló hűtőfolyadék MIG/MAG, TIG és plazma-hegesztőgépekhez: [7]

- Az RCL (REHM Cool Liquid) különlegessége speciális korróziógátló összetételében rejlik. Csekély a korrózió és a lebegőanyag képződés. Mivel az ívhegesztő hűtőkben általában nincs folyadék-szűrő, ez fontos.
- Korlátlan összeférhetőséget biztosít a vízkörben található anyagokkal és tartós védelmet nyújt a hűtőkört alkotó egységeknek (hegesztőfejek, hűtőcsatornák, vízszivattyúk, átfolyás- és nyomásérzékelők, sárgaréz csatlakozók).
- Speciális környezetbarát összetételének köszönhetően nem veszélyes anyag és nem veszélyes készítmény, így ilyen irányú megkülönböztetést nem igényel. Biológiailag lebomló az OECD kritériumai alapján. A hulladékkezelés egyszerű.
- MŰSZAKI ADATOK:
 - Lobbanáspont: > +100 °C
 - pH-érték: 7,8 - 8,5
 - Fagyásgátló hatás: -15 °C-ig

- Elektromos vezetőképesség: < 14 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Érdeemes észrevenni, hogy a 3 utolsó adat a fontos, összhangban az 5. pontban javasoltakkal. A megfelelő hatékonyság érdekében más anyaggal keverve nem használható! Feltöltés előtt célszerű a hűtőkört ioncserélt vízzel kimosni. Természetesen az adatok alapján ellenállás-hegesztőgépekhez is tökéletesen megfelelő, ha a helyi körülmények alapján ez észszerű.

7. Ellenállás-hegesztőgépek hűtőfolyadéka

Az előzőek alapján következtethető, hogy ellenállás-hegesztéshez a legtöbb esetben nem indokolt fagyálló hűtőfolyadék használata. Ha mégis, akkor a nagy mennyiség és fogyás miatt a csapvízből és tiszta glikolból az adott hőmérsékletre alkalmas keverék lehet költségkímélő megoldás. Algásodást gátló adalékot akkor célszerű adagolni, ha a gép sokat áll áramlás nélküli, a hűtőttnél (kb. 20 °C) melegebb (25...30 °C) vízzel (pl. nyáron). Ami az RCL folyadék használatát mégis indokolhatja, az a környezet és a kezelők kímélése, valamint a folyadék hosszú élettartamú stabilitása.

ELLENÁLLÁS-HEGESZTŐGÉPEK HŪTŐFOLYADÉKA:

- **legjobb a vezetékes csapvíz**
- **TILOS** az ioncserélt vagy desztillált víz, szakszerű kezelés és adalékolás nélkül (azaz adalékolni szükséges korrózió, ill. szervesanyag-képződés ellen stb.)
- **TILOS** a járműmotorok fagyálló hűtőfolyadéka
- fagyásveszély esetén etilén- vagy propilén-glikol, max. 30% (-15 °C)

- villamos vezetőképesség (EC) < 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- összes oldott szilárdanyag tartalom (TDS) max. 390 mg/L
- pH 7,5...9,0

HŪTŐRENDSZER szempontjai egyedi hűtőgép és EH-gép(ek) párosítása esetén:

- Legyen megfelelő visszamosható **VÍZSZŪRŐ a hűtőgép BEMENETI vízcsatlakozásán**
- *a víztartály műanyagból vagy korrózióálló acélból készüljön*
- **NE LEGYEN szén- és horganyzott acél** a vízzel érintkezésben

Összefoglaló vélemény EH gépek egyedi hűtésére:

A csapvíz a legtöbb helyen tökéletesen megfelel, hatósági felügyelet biztosítja a minőségét, nem romlandó, nem okoz korróziót, algásodást, olcsó, azonnal cserélhető elszennyeződés esetén. Az 5. pont szerint tiltott folyadékok közül kiemelten kerülendő – több gépgyártó rendeltetésszerű használatra vonatkozó utasítása alapján – az ioncserélt víz, az alumínium részeket maró hatása miatt!

Vízminőségi kétség esetén TDS, pH, ill. EC mérés lehet előnyös, a legegyszerűbb a TDS. Ha pedig bekövetkezett a szerves szennyeződések (mikroorganizmusok, baktériumok, gombák, algák) okozta vízminőségromlás és a hűtőrendszer ezáltal el-tömődése – amit a vízszűrő jól jelez – a megoldáshoz vízkémiában felkészült szolgáltatót érdemes keresni. [6] A saját felkészüléshez a témáról vásárolható egy eBook [8], mivel köképződés, korrózió és bakteriológiai szennyeződés szinte mindenhol megtalálható. A hűtőrendszerek hatékony használatához és kezeléséhez a műszaki és kémiai összefüggések alapos ismerete szükséges.

A gyakorlati szakemberek által írt könyv leírja a hűtőrendszerek használata és kezelése során felmerülő problémákat, és választ ad a vízkezeléssel kapcsolatos minden kérdésre. 20 év tapasztalatát összegezi és a hűtési rendszerek üzemeltetőinek kíván segítséget nyújtani.

Hivatkozások

- [1] MSZ EN ISO 4063:2016 – Hegesztés és rokon eljárások. A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk (ISO 4063:2009, 2010. 03. 01-jei helyesbített változat)
- [2] MSZ EN IEC 60974-2:2019 – Ívhegesztő berendezések. 2. rész: Folyadék hűtőrendszerek (IEC 60974-2:2019)
- [3] Pátzay Gy., Tungler A., Mika L. T.: KÉMIAI TECHNOLÓGIA – Egyetemi tananyag – BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tan-szék, 2011 – 5. A víz kémiai tech-nológiája, 160-181 o. https://oszk-dk.oszk.hu/storage/00/00/59/39/dd/1/Kemiai_tecnologia_animacio_nelkul.pdf
- [4] What Is in Your Water? – Process Cooling, Vol. 4, No. 6, July/August 2016, 19-23 o. <https://www.process-cooling.com/articles/88570-what-is-in-your-water>
- [5] 316/2013. (VIII. 28.) Korm. rendelet – a biocid termékek engedélyezésének és forgalomba hozatalának egyes szabályairól
- [6] Nalco Water (ECOLAB) – <https://www.ecolab.com/nalco-water>
- [7] RCL nagyteljesítményű fagyálló hűtőfolyadék – <https://www.rehm.hu/index.php/component/content/article/123-friss-hirek/2016/340-rcl-rehm-cool-liquid>
- [8] Kühlwasserbehandlung, Springer 2007 – <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-71099-8>

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN

ABICOR
BINZEL®



Csúcsminőség és 100%-os megbízhatóság
Több mint hegesztés...

Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

Hegesztéstechnikai eszközök,

ív- és lánghegesztő készülékek,

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

forrasztóanyagok és szerszámok

nagy választékban kaphatóak hegesztéstechnikai áruházunkban, szaküzleteinkben.

webáruház:

www.cooptim.hu

Hegesztéstechnikai áruházunk:

2030 Érd,
Budafoki út 10.
Tel.: (23) 521 430
Fax: (23) 521 439
E-mail: aruhaz@cooptim.hu

Szaküzletünk:

8000 Székesfehérvár,
Géza u. 54.
Tel.: (22) 504 170
Tel./fax: (22) 301 751
E-mail: fehervar@cooptim.hu

Corweld+

Hivatalos magyarországi képviselő

www.corweldplus.hu

X5 FASTMIG

Kimagasló hatékonyság a hegesztésben



KEMPPPI

www.kemppi.com

Kapacitás bővítés a Horacél Kft.-nél

A Horacél Kft. tevékenysége 2511 Fémszerkezet gyártása, melyen belül egyedi megrendelésekre gyártanak bányaipari gépek vázszerkezetét, épületszerkezeti tartó oszlopokat, technológia szerkezeteket. A fejlesztés célja, hogy a beszerzendő gépek, eszközök kapacitása és technológiája alkalmassá tegye a céget a sorozatgyártásra, amelynek eredményeként hosszú távon is megvalósítható a fenntartható működés. A projekt keretében beszerzésre került 1 db hegesztő tractor, 1 db hegesztő készülék és 1 db plazmavágó fúrómű. A Kft. 59,94 millió forint vissza nem térítendő támogatásban részesült a Pénzügyminisztérium által.

A Horacél Kft. 1999.04.06.-án alakult, tevékenysége a kezdetektől 2511 Fémszerkezet gyártása, melyen belül egyedi megrendelésekre gyártanak bányaipari gépek vázszerkezetét, épületszerkezeti tartó oszlopokat, technológia szerkezeteket. Kizárólag előre megtervezett, engedélyezett rajzok alapján készítik el a jellemzően minden elemében egyedi alkatrészt.

A projekt megvalósítási helye 2381 Táborfalva, Kecskeméti út 4. B. ép., mely Táborfalva északi szélén az 5-ös főút mellett több, mint. 2,2 ha-os területen terül el, ahol felépítettek egy 2900 m²-es gyártócsarnok és iroda együttest, továbbá egy 526 m²-es festőcsarnokot.

A Kft. fejlesztése a Mikro-, kis- és középvállalkozások eszközberuházásainak támogatása Pest megye területén (PM_KKVESZKOZ_2018) című sikeres pályázatból 59,94 millió forint vissza nem térítendő támogatásban részesült a Pénzügyminisztérium által. A támogatás forrása Pest megye Területfejlesztési Konceptiója 2014-2030 és Pest megye Területfejlesztési Programja 2014-2020 megvalósításához nyújtandó célzott pénzügyi támogatás.

A projekt keretében beszerzésre került 1 db hegesztő tractor, 1 db hegesztő készülék és 1 db plazmavágó fúrómű. A fejlesztés célja, hogy a beszerzendő gépek, eszközök kapacitása és technológiája alkalmassá tegye a céget a sorozatgyártásra, amelynek eredményeként hosszú távon is megvalósítható a fenntartható működés. A sorozattermelés kiegyenlítettebb pénzügyi folyamatokat eredményez, amivel az eddigi hektikus árbevétel és eredményképződést egyenletesebbé tudják tenni, növelve a vállalkozás és dolgozóik biztonságát. A beruházás közvetlen hatásaként 1 fővel nőni fog a dolgozói létszám.

A projekt megvalósítása 2021.02.24-től 2022.01.23-ig tart.

További információ kérhető: Horváth Csaba ügyvezető
Elérhetőség: horvath.csaba@horacel.hu

PYLON⁹⁴



IPARI RADIOLÓGUS VÉGZETTSÉGGEL VÁLLALKOZÓT KERESÜNK.

Pylon 94 Gép és Acélszerkezetgyártó Kft.

H-800 Zalaegerszeg, Baross Gábor u. 2. | Telefon: +36 (92) 550 845 | Mobil: +36 (30) 330 2498

OBO BETTERMANN egy több mint 100 éves múltra visszatekintő, német családi tulajdonban lévő vállalatcsoport, mely az ületvillamossági szerelés-technika területén a világelsők közé tartozik.

Jelenleg mintegy 1300 főt foglalkoztató magyarországi OBO csoport telephelye a Budapesttől 35 km-re fekvő, Bugyi Gyököség melletti ipari parkban található.

Hegesztőüzemünk a fémgyártási részleg egyik legmegtárazottabb területe, a XXI. századi elvárásoknak megfelelően felszerelt, benne kézi és gépi hegesztés egyaránt lehetséges.

A termékek üzemszerű gyártásával kielégítjük a DIN EN ISO 9001:2015 (DIN EN ISO 9001:2015), valamint az EN ISO 9001:2015 (EXC3 osztály) követelményeit.

Csapatunk bővítésére keresünk munkatársat az alábbi munkakörbe:

Hegesztési felelős

Feladatok:

- ✓ a hegesztőüzem működésének támogatása, szakmai felügyelet biztosítása együttműködve az üzemvezetéssel,
- ✓ a minősítések/tanúsítványok megszerzéséhez szükséges szakmai támogatás, az auditokra való felkészítés, azok lebonyolítása, vállalati szintű hegesztési támogatás,
- ✓ a hegesztő és a kiegészítő berendezések, a hegesztők/gépkezelők képzéseinek ellenőrzése, a megfelelőség biztosítása,
- ✓ a hegesztési technológia minősítésére vonatkozó módszerek ellenőrzése, a hegesztési normarendszer aktualizálása,
- ✓ további, a hegesztési felügyelettel együtt járó feladatok ellátása.

Elvárásaink:

- ✓ hegesztőmérnöki vagy hegesztőtechnológusi végzettség (IWT/IWE),
- ✓ releváns szakmai gyakorlat, gyártásban szerzett tapasztalat,
- ✓ anyagvizsgáló képesítés vagy annak megszerzésére való nyitottság, az angol és/vagy a német nyelv kommunikációképes ismerete
- ✓ precizitás, elkötelezettség, jó kommunikációs- és szervezőkészség.

Amit nyújtunk:

- ✓ tanulási lehetőség, állandó szakmai fejlődés, változatos feladatok,
- ✓ korszerű, folyamatosan fejlődő környezet, szakmailag elhivatott és együttműködő csapat,
- ✓ korrekt jövedelem-csomag, mely fix és teljesítményarányos elemekből, valamint éves bónuszról és béren kívüli juttatásból áll,
- ✓ hosszú távú, biztos munkahely, tervezhető munkaidő,
- ✓ munkába járás támogatása utazási költségtérítéssel vagy ingyenes céges buszjáratokkal a környező településekről.

Munkavégzés helye: 2347 Bugyi, Alsóráda 2., (Pest megye dél)

Jelentkezés: kARRIER@obo.hu

2347 Bugyi, Alsóráda 2.

+36 29 349 000

www.obo.hu

[obobettermannmagyarország](https://www.facebook.com/obobettermannmagyarország)

[obobettermannmagyarország](https://www.instagram.com/obobettermannmagyarország)

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		
A4	kifutó	215+10 mm x 290+10 mm
	nem kifutó	190 mm x 250 mm
A5	fekvő	190 mm x 125 mm
	álló	125 mm x 250 mm
A6	fekvő	125 mm x 100 mm
		190 mm x 70 mm
	álló	60 mm x 250 mm

A 2022-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak eFt-ban	Méret		
	A4	A5	A6
Címlap fotó (218 mm x 168 mm)	137	-	-
Hátsó külső borítón	127	-	-
Első belső borítón	122	-	-
Hátsó belső borítón	117	-	-
Belíven	112	100	90
PR-hírek és információ	32	25	-
Hirdetés az MHTÉ honlapján (www.mhte.hu): 20 eFt			

Az MHTÉ 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 MHTÉ-nek, de egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, 7,5% kedvezményre jogosult. A kedvezmények érvényesítése az év végi számlában történik meg.

Hegesztéstechnika 2022. évi kiadói terve

	1. szám	2. szám	3. szám	4. szám
Lapzárta	02.28.	06.10.	08.12.	11.04.
Szerk. ülés	03.10.	06.17.	08.19.	11.11.
NYOMDÁBA ADÁS	03.18.	06.24.	08.26.	11.18.
Megjelenés	04.04.	07.08.	09.09.	12.02.

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

Felelős kiadó: GAYER BÉLA, az MHTÉ igazgatója

Főszerkesztő: Dr. Gremesberger Géza, Tel: 06 20-983-77-99

2022-től főszerkesztő: Dr. Gáti József, Tel: 06 30-989-61-08

Szerkesztő, hirdetés szervező: BALOGH BÉLA

Telefon: 06 30 318 6165; info.hungaroprint@gmail.com

Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés, 1149 Budapest, Mogyoródi út 32.

Tel: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027 E-mail: mhte@mhte.hu

Felelős vezető:

Balogh Béla

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:

az APPY GAMES Kft.-nél készült,

3534 Miskolc, Stadion u. 63.

Telefon: 06 70 318 6165

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2022. évben: 800,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 3200,- Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülésnél, az előfizetési díjak kiegyenlítésére, számla ellenében az alábbi lehetőségek választhatók:

1.) készpénzzel az MHTÉ pénztárában

2.) belföldi postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

Automotive Hungary	5	Mach-Tech	47
Böhler Kereskedelmi Kft. B II		OBO Bettermann Kft.	87
Centrotool Kft. B III		PLTS Ipari Kft.	39
Cooptim Ipari Kft.	84	Pylon 94	86
Corweld Plus Kft.	40, 85	Qualiweld Kft.	30
Crown Int. Kft.	29	Rechnen Kft.	19
ESAB Kft.	48	Rehm Kft.	B IV
Flexman Robotics Kft.	6	Soyer Kft.	38
Géper Kft.	7	Umundum Kft.	76
Hidra Kft.	70	Welding Hungary Kft.	2
Linde Gáz Mo. Zrt. B I, 58		Weldotherm Kft.	18

2022. január 1-től a „Hegesztéstechnika” folyóirat

kivitelezését, szedését, tördelését, nyomását az

COKOM Mérnökiroda Kft. végzi.

Székhely: 1134 Budapest, Váci út 49.

Projekt menedzser: Dr. Czitan Gábor

Telefon: 06 30 373 85 94

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak le, TIF-ben vagy PDF-ben készítsék el, CMYK színbontással.

A képek legyenek legalább 300 dpi felbontásúak.

JPG formátumú (RGB) képet kérünk mellé ellenőrzéshez.

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük Önöket hogy a fényképeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem külön állományként: JPG, TIF, PNG, PDF formátumban. Emailben csatolmányként a szöveggel együtt, vagy adathordozón.

Fontos, hogy a képek legyenek kellően részletgazdagok (nagy felbontásúak).

1084 Budapest, Auróra utca 11.
Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744
observer.hu