

REHM
Hegesztéstechnika

*Itt az új hegesztő kolléga...
...gyorsan tanul
és egész ügyes*



HEGESZTÉS TECHNIKA

XXX. ÉVFOLYAM
2019. 1. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

WHITE SHARK WELDING HUNGARY KFT. 2040 BUDAÖRS, PUSKÁS TIVADAR ÚT 3.
TELEFONSZÁM: +36 30 537 20 79 INTERNET: [HTTP://WHITESHARK.HU](http://WHITESHARK.HU)



TARTALOM

1

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

Hegesztő robot laboratórium átadó rendezvény	3
Miskolci Egyetem – 2019. február 21.	3
WOW-projekt – A munkaalapú hegesztés oktatás	4
INDIA egyetlen hegesztési folyóirata	4
Meghívó a Club-960 szakmai programsorozat rendezvényére	5
Nemzetközi/Európai (IW/EW) hegesztő tanfolyam vizsgázói	5
Nemzetközi/Európai kiemelt (IWP/EWP) hegesztő tanfolyam vizsgázói	5
Végeztek az Óbudai Egyetem Különbözeti tanfolyam hallgatói	6
Az MHtE társ- és más intézmények folyóiratainak témái	8
Hegesztő szakmérnök védések	9
a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén	10
MAKE IT projektet lezáró beszámoló	10
Ülésezett az EWF közgyűlése	11
Ülésezett az IAB A és B bizottsága valamint a taggyűlése	12
YPIC 2019	12
Új igazgató az MHtE élén	14
Az MHtE rendezvényei a HUNGEXPON	14
MAHEG-programok 2019-ben	16
MHtE Akadémia – tervezett tanfolyamok 2018-ban	37

ERDŐS ANTAL GÁBOR

Korrózióálló acélok hőkezelései	39
Literature study of corrosion resistant steel heat-treatment	39
Überblick der Fachliteratur für korrosionsbeständige Stähle	39

DR. GÁSPÁR MARCEL ÉS SZERZŐTÁRSAI

Hőhatásövezeti tulajdonságok fizikai szimulációra alapozott vizsgálata	
7075-t6 autópálya alumíniumötvözet esetén	47
Investigation of HAZ based on physical simulation	
for 7075-t6 aluminium alloy used in the car industry	47
Untersuchung der Eigenschaft von WEZ von 7075-t6	
Aluminiumregierung – angewendet in der Automobilindustrie	
mit einem physikalischen Simulationsverfahren	47

DR. GREMSPERGER GÉZA

A 3 D nyomtatás néhány jellemzője	55
A literature study of some characteristics of 3D printing	55
Überblick der Fachliteratur für 3D Print	55

DR. GREMSPERGER GÉZA

A titán hegesztése úgy ahogyan azt Szingapurbán látják	59
Welding of Titanium as it can be seen in Singapore	59
Titanschweißen wie es in Singapur gesehen kann...	59

2

Kutatás–Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

KRISTÓF CSABA	
Váltakozó áramú vs. váltakozó polaritású ívhegesztés	25
Arc welding using alternating current vs. alternating polarity	25
Wechselstrom vs. Wechseelpol Lichtbogenschweißen	25
DR. JÁRMAI KÁROLY, PETRIK MÁTÉ	
A hegesztett aszimmetrikus I-gerendák optimális kialakítása a	
minimális hegesztési vetemedés érdekében	29
Optimistic design of asymmetrical welded I-boom	
to reach minimum distortion after welding	29
Optimal Gestaltung von geschweißte I-Balken	
um erreichen minimal Schweiß verursachte Verzug	29

3

Rendezvénynaptár Diary Veranstaltungskalender

Rendezvénynaptár	14
Diary	14
Veranstaltungskalender	14

4

Könyvismertetés

Műanyaghegesztők aranykönyve	67
Hegesztési zsebkönyv	67
Gépipari anyagismeret	67



Corweld Plus Kft.
2049 Diósd, Balatoni út 21/e
+36 23 782 011
office@corweldplus.hu
corweldplus.hu

**Ismerjen meg minket még jobban,
érjük el együtt!**

Kérje cégismertetőnket,
benne a Corweld Plus Kft.
teljes szolgáltatási palettájával!

corweldplus.hu

Hegesztő robot laboratórium átadó rendezvény Miskolci Egyetem – 2019. február 21.

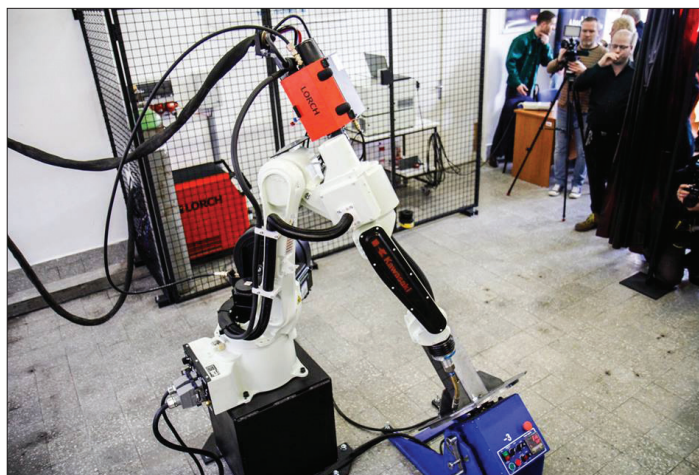
A Korszerű Anyagok és Intelligens Technológiák Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ (FIEK) keretében megvalósult hegesztő robot laboratórium ünnepélyes átadására került sor 2019. február 21-én, a Miskolci Egyetemen. A fejlesztő központként funkcionáló hegesztő robotcella a Gépészmérnöki és Informatikai Kar Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézetének szakmai felügyelete mellett jött létre. Az átadó rendezvényen köszöntött mondott többek mellett Dr. Deák Csaba, a Miskolci egyetem kancellára és Dr. Czap László intézményfejlesztési rektorhelyettes. A robotcella berendezéseit a Rechen Hegesztőház Kft., a Lorch Schweisstechnik GmbH. és az Urban Pack biztosította, a laboratórium szerves részét képező Robotmaster V7 hegesztés specifikus CAD/CAM szoftvert pedig a Pannocad Kft. telepítette. Az így átadásra

került összetett rendszer teljes értéke mintegy 35 millió forint, felszereltségét, összeállítását tekintve pedig egyedülálló a magyar felsőoktatási intézményekben.

A rendezvény szakmai programját képezte Prof. Dr. Lukács János (FIEK igazgató), Andreas Schierl (LORCH GmbH közép-kelet-európai területi képviselő), Bodorkós Gergely (RECHNEN Kft. ügyvezető igazgató), Urbán Tibor (Urban Pack értékesítési vezető), Benjámin Gábor és Gémes Pál (Pannocad Kft. képviselők) és Prof. Dr. Mertinger Valéria (Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet igazgató) előadása. A rendezvényen szakmai előadást tartott továbbá Prof. Dr. Gerald Wilhelm, aki a LORCH fejlesztő mérnöke és a Müncheni Alkalmazott Tudományok Egyetemének (Munich University of Applied Sciences) professzora, és aki a Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Karának vendégprofesszora.

A partner cégek és a Miskolci Egyetem között létrejött együttműködés keretében a RECHNEN biztosított egy KAWASAKI BA006N típusú fogyóelektródás ívhegesztő eljárással üzemelő hegesztő robotot, az ehhez szükséges biztonsági és védő felszerelésekkel kiegészítve. A hegesztéshez szükséges S-RoboMIG XT típusú áramforrást a LORCH cég szállította. A minél szélesebb technológiai kihasználhatóság érdekében a RECHNEN cég telepített a robot mellé egy forgató berendezést, amely kéttengelyes kivitelű, részben a robot vezérléssel összekapcsolt, így univerzálisan, gyártmány kialakítástól függetlenül kivitelezhető a hegesztés. A rendszer lehetőségeit tovább bővíti egy hegesztés specifikus CAD/CAM gyártástámogató szoftver, a Robotmas-



ter V7, amely a PANNONCAD Kft. jóvoltából áll rendelkezésre. A szoftver teljes egészében leképezi egy virtuálisan modellezett munkatérben a robotcellát, így adott gyártmányhoz a robotpálya generálás off-line módon történhet, amely nagymértékben meggyorsítja a robot programozás folyamatát. A robotcella egyesítve a Robotmaster V7 szoftver előnyeivel új teret nyit a hegesztés ipari automatizálásában.

A Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karán 59 évvel ezelőtt, az országban először, indult el hegesztő szakmérnök képzés, amelynek köszönhetően napjainkban a posztgraduális képzésben résztvevő hallga-

tók az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) és a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) által elfogadott európai (EWE) és világszintű (IWE) okleveleket vehetnek át. A hegesztő szakmérnök képzés 26. évfolyamának első konzultációs hete egybeesett az átadó ünnepséggel, így – kihasználva ezt a lehetőséget – Prof. Dr. Gerald Wilhelm előadását is hallhatták a megnyitón résztvevők a védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés korszerű eljárásváltozatai témakörében. A LORCH céggel és a Müncheneri Alkalmazott Tudományok Egyetemével való együttműködést tovább szélesíti a Wilhelm professzor által kezdeményezett és részben finanszírozott, közös PhD kutatási téma.

A létrehozott hegesztő robot laboratórium fő célja olyan hegesztés-technológiai fejlesztő központként való működés, amely szolgálja a RECHNEN cég által megfogalmazott hegesztés-technológiai feladatok és új technológiák kidolgozását, a cég további hegesztési igényeit, közös szervezésű bemutatók megtartását, illetve az Anyagszerkezetek és Anyagtechnológiai Intézetben folyó kutató munkát és az oktatási feladatok ellátását az alap-, a mester-, a hegesztő szakmérnöki, a PhD és a posztdoktori képzés, valamint a mérnök továbbképzés területén.

Jámbor Péter, tanszéki mérnök

WOW-projekt – A munkaalapú hegesztés oktatás

A hegesztés oktatás a gyakorlati üzemi szinten



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



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

Ez az Európai Unió által társfinanszírozott Erasmus+Program.

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

Ezt a pályázatot az Európai Bizottság pénzügyileg támogatja.

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

A WOW projekt célja, hogy olyan szintű elméleti és gyakorlati képzési rendszer álljon rendelkezésre, amely egyfelől biztosítja az iparvállalatoktól érkező szakmai kihívásokra a felkészülést.

Ezzel párhuzamosan pedig a fiataloknak olyan szakmai képzést nyújt, amely jövőjük szempontjából megbízható megélhetést ad.

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

A következő személyes megbeszélés 2019. április 2-án és 3-án lesz Budapesten.

A WOW projekt keretén belül a budapesti megbeszélésre kiadott program alapján a következő főbb témák szerepelnek a napirenden az egyes munkacsoportokra (WP) lebontva:

WP3 – együttműködési stratégiák kidolgozása és megvitatása és az ANB-k, ATB-k VET-k (iskolai képzőhelyek) azonosításának frissítése,

A munkahelyi képzés formai és az összegzett – elméleti, osztálytermi és üzemi, műhely képzés – értékelési módszerének megvitatá-

sa – különböző kérdőívek, adatgyűjtők és kitöltésük áttekintése.

WP4 – együttműködési stratégiák kísérleti kipróbálása. A kísérleti, próba tevékenységhez több változat kipróbálását előkészíteni és a pilot-jellegű tevékenység végrehajtásához felkészülés és ennek készülségi fokának áttekintése. A különböző együttműködési stratégiák felülvizsgálata, értékelése. A webinar kezelése, a pilot képzés helyzetének országonkénti áttekintése, az egyes pilot tevékenységek bemutatása, az intézkedési terv teljesítésének felülvizsgálata.

WP5 – együttműködési stratégiák és a fenntarthatóság. A különböző témájú javaslatok például az EWF erre a területre irányuló minőségirányítási rendszerének kidolgozása és a WBL-re vonatkozó javaslatok bemutatása.

WP6 és WP7 – minőségbiztosítás és értékelés. A KPI-k (key performance indicators) kulcsfontosságú eseményfaktorok meghatározása, kockázat azonosítás és kockázat csökkentési terv kidolgozás, a korábbi felülvizsgálatok értékelése és a fejlesztéshez input kidolgozása.

WP8 – a projekt bemutatása szakmai tesztületeknek. Így pl. a **HEGESZTÉSTECHNIKÁ**-ban és ennek minden számban van beszámoló az aktuális állapotról, pl. szórólapok, leporellók, a témába vágó nemzeti események stb. közre adása.

WP9 – menedzsment és adminisztratív ügyintézés. A projekt pénzügyi helyzetének áttekintése, a hátralevő tevékenységek számba vétele, stb.

A projektnek része az olyan Minőségbiztosítási Struktúra és gyakorlati üzemen is végzett oktatási eljárások megválasztása, illetve kidolgozása, amelyek megfelelnek az Európai Szakképzési Kreditrendszer (European Creditsystem for Vocational Education & Training – ECVET) gyakorlati alapú oktatási/képzési követelményeinek.

Dr. Gremesperger Géza

INDIA egyetlen hegesztési folyóirata

Dear Sir / Madam,

Greetings from WeldFab Tech Times (www.weldfabtechtimes.com).

'WeldFab Tech Times' - India's only Welding Magazine, now bring to you its Dec 2018 - Jan 2019 Issue. Click the below link, to ENJOY READING.....

Feel free to share your views and comments.

Industry Experts can contribute articles, case study, interview, etc. Also share welding product writeups along with related images.

www.weldfabtechtimes.com

Meghívó a Club-960 szakmai programsorozat rendezvényére

A Miskolci Egyetem Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, a Magyar Hegesztési Egyesület és a Rehm Hegesztéstechnika Kft. tisztelettel meghívja Önt a Club-960 programsorozat idei első rendezvényére. A nagyszilárdságú acélok hegesztése iránt érdeklődő szakemberek fórumára **2019. május 24-én** a Miskolci Egyetemen kerül sor. A rendezvény ezúttal a **MultiScience - XXXIII. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia** hegesztési szekciójával együttműködésben valósul meg.

A tervezett szakmai program a következő:

- **9:30** Érkezés és regisztráció
- **10:00** Köszöntők
- **10:10** Szakmai előadások:
 - nagyszilárdságú acélok hőhatásövezetének tulajdonságai,
 - hegesztett kötések viselkedése ismétlődő igénybevétel esetén,
 - fizikai szimuláció és numerikus modellezés,
 - melegegyengetési tapasztalatok,
 - korszerű hegesztéstechnológiák (pl. lézer, elektronsugaras hegesztés) alkalmazása,
 - maradó feszültségek.
- **12:00** Laboratóriumok megtekintése az IPAR 4.0 jegyében:
 - Hegesztő Robot Laboratórium
 - 3D Laboratórium (ipari CT, XRD robot, SEM)
 - Komplex mechanikai anyagvizsgáló laboratórium
 - Termo-mechanikus fizikai szimulációs laboratórium
- **14:00** Szendvicsebéd

A rendezvény az eddigiekhez hasonlóan díjmentes, de előzetes regisztrációhoz kötött. Kérem, hogy részvételi szándékát legkésőbb **április 30-ig** legyen szíves a metti@uni-miskolc.hu címen jelezni. A részletes programot a rendezvény közeledtével az érdeklődők számára megküldjük.

Nemzetközi/Európai (IW/EW) hegesztő tanfolyam vizsgázói

A Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.-nél 2018. 11. 09–2019. 02. 02. szervezett tanfolyam résztvevői 2019.02.08-án sikeres Nemzetközi/Európai hegesztő vizsgát tettek.

Vizsgabizottság tagjai és vizsgáztatók:

Benus Ferenc (ATB vezető, vizsgabizottság tagja)

IW diplomások: Báder Csaba, Kotró Bálint Soma, Tóth Attila, Baráczki Csaba, Kasaróczy Attila, Kovács Tibor, Pásztai Zoltán, Tóth Balázs, Valaska Imre, Sárándi Máté, Nyika Róbert, Ecker János



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



A Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.-nél 2018. 10. 26–2019. 01. 19. szervezett tanfolyam résztvevői 2019. 01. 25. én sikeres Nemzetközi/Európai kiemelt vizsgát tettek.

Vizsgabizottság tagjai és vizsgáztatók:

Fülöp Zsoltné (vizsgabizottság elnöke)

Gayer Béla (vizsgabizottság tagja)

Dr. Varga Ferenc (vizsgabizottság tagja)

Benus Ferenc (ATB vezető, vizsgabizottság tagja)

IWP diplomások: Bíró Zoltán, Gabora István, Jakab László, Lipók Zoltán, Ország Attila, Perge Zsolt, Szabó László Máté, Szikora Gábor, Sztupovszki Dávid, Vágvölgyi János, Tóth Attila, Pálkás Csaba

Végeztek az Óbudai Egyetem Különbözeti tanfolyam hallgatói

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyag- és Gyártástudományi Intézetének Anyagtechnológiai Intézeti Tanszéke – 5 saját oktatója és 7 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával – 2018. október 4. és november 30. között (csütörtöki és pénteki napokon) tartotta IWE (International Welding Engineering, azaz Nemzetközi Hegesztőmérnök) különbözeti tanfolyamát.

Erre a kiegészítő tanfolyamra azok jelentkezhettek, akik a 309 elméleti + 60 gyakorlati tanórából álló IWT (International Welding Technologist, azaz Nemzetközi Hegesztőtechnológus) tanfolyamon korábban már részt vettek és annak záróvizsgáján IWT oklevelet szereztek.

Az IIW által jóváhagyott IAB-252r3-16 dokumentum tematikája szerint szervezett tanfolyam 112 elméleti tanórából állt, ami magában foglalta az IWE és az IWT képzésekre előírt 448 ill. 369 tanóra 79 tanórányi témakülönbözetét + 33 tanórányi rendszerező összefoglalást. Az elméleti tanórák, valamint a vizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződnek, melyek a következők:

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

A résztvevők októberben kitöltötték az – első 3 modul meghatározott témaköreiből, 19 + 19 + 8 kérdésből álló - IWE Part 1. tesztet is on-line (elektronikus) formában, hogy eleget tegyenek az előírásoknak, ugyanis az IWE képzésben is kell lennie egy szakaszlezáró tesztnek, amely szakasz (az összes óraszámot tekintve) még az IWT képzés időszaka alá esett. A különbözeti képzést lezáró, de a teljes (IWT + IWE különbözeti) képzés anyagát felölelő záróvizsga részei az alábbiak voltak:

- a 2018. december 18-án (kedden) lebonyolított - 4 modulból és modulonként 23 kérdésből álló - EWF on-line (elektronikus) tesztvizsga;
- a 2018. december 19-én (szerdán) lezajlott - 4 modulból és modulonként 67 kérdésből álló írásbeli tesztvizsga;

- a 2018. december 20-án (csütörtökön) teljesített - 4 modulból és modulonként 2 húzott tétel ismertetéséből álló szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 16 fő szerzett IWE ill. EWE oklevelet:

Böhm Bence,
Csontos József,
Denke József,
Heider László,
Janda Zsolt,
Kaposvári József Zoltán,
Kiss István Elek,
Kiss Zoltán,
Ladi Ákos,
Molnár János,
Paszternák Gergely,
Somoskői Ákos,
Sulyok János,
Szira László,
Ujvári József,
Zelenka János



A fotó a szóbeli vizsganap végén készült, melyen az újdonsült Nemzetközi Hegesztőmérnökök mellett a vizsgabizottság tagjai is láthatók.



Miskolci Egyetem – IIW Program

Nemzetközi hegesztett szerkezet tervezőmérnök képzés

International welded structures designer (IWSD)



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

A képzés 7 modulból áll:

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

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

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

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

Helyszíne: Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc Egyetemváros

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

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

Minimális csoportlétszám: 15 fő.

Jelentkezési határidő: 2019. augusztus 15.

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

Szakmai kérdésekben illetékes:

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

20-28, jarmai@uni-miskolc.hu

Adminisztratív kérdésekben illetékes:

Mentorius Tudás- és Képzőközpont,

+46 565-111 mellék 10-93,

mentorius@uni-miskolc.hu

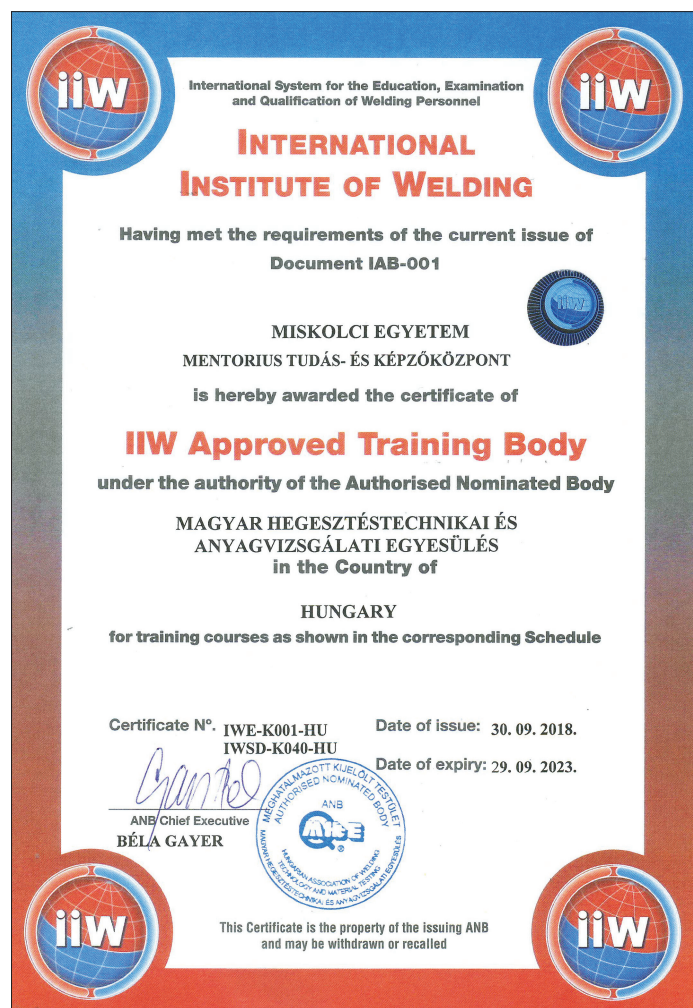
Honlapok:

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

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

<http://iiwelding.org/>

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



Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái

Der Praktiker – 2018.12. szám

Heinz Lorenz:

- Auf Herz und Nieren geprüft – p. 658 – 660,

Stefanie Kaufmann:

- Cordschneidanlagen – Hersteller Modernisiert Zuschnitt – Präziser Schneiden, Schneller Prägen – p. 662 – 664,

Moritz Fankhaenel és társai:

- Verlegen einer Pipeline aus Duplexstahl in Norddeutschland – Hohe Qualität und Termintreue durch WIG – Orbitalschweißen – p. 666 – 670,

Günter Aichele:

- Korrekte und Wirtschaftliche Ausführung von Kehlnähten – Die Kehlnaht – ein altes Thema – p. 672 – 676,

Joachim Schmidt:

- Zum 50. Todestag von Otto Hahn: Von der Verantwortung des Wissens – p. 678 – 681,

Bernd Drumann:

- Identifizierung des Bestellers ist unverzichtbar – Bitte identifizieren Sie sich! – p. 682 – 683.

Der Praktiker – 2019.1./2. szám

Peter Stefenhöfer:

- Laserprojektionssystem verringert Fehler und Spart Zeit bei der Positionierung von Laserprojektor vereinfacht Schweißprojekt – p. 16–19

Jan Kuntze:

- Interview: was sich bei der Schutzkleidung ändert, Verschärfte Anforderung – p. 20 – 22,

Andreas Otte:

- Welche Änderungen bringt die neu DIN EN 1090-2- Was lange währt, wird endlich gut? – p. 23 – 25,

Oliver Bratz és társai:

- Hubzündungsbolzenschweißen grosser Dimensionen unter Wasser – Qualifiziert bis 50 mm Wassertiefe – p. 26–31,

Dieter Springhardt:

- Unerwünschte Widerstände im Schweißstromkreis – Dem Fehler auf der Spur – p. 32–35,

Joachim Schmidt:

- Zum 250 Geburtstag von Alexander von Humboldt – Von der Verantwortung für Wissen – p. 36–43

Der Praktiker – 2019.3. szám

WELDING in the World Volume 63 Number. 1. Research Paper

John C. Lippold, Ing Thomas Böllinghaus & Ian Richardson

- Welding in the world – update 2018
- A. Rakanopoulou, P. Skarvelis & G. D. Papadimitriou
- Welding design methodology for optimization of phase balance in duplex stainless

steels during autogenous arc welding under the Ar–N₂ atmosphere

Junzhen Xiong, Xinqi Yang, Wei Lin & Kaixuan Liu

- Effects of welding parameters on microstructure and mechanical properties of underwater wet friction taper plug welded pipeline steel

S. Jäckel, M. Trautmann, M. Hertel, U. Füssel, D. Hipp, A. Mahrle & E. Beyer

- Numerical investigations on the thermal efficiency in laser-assisted plasma arc welding

Maria E. B. Cardillo, Junjun Shen, Nelson G. de Alcântara, Conrado R. M. Afonso & Jorge F. dos Santos

- Effect of friction spot welding parameters on the joint formation and mechanical properties of Al to Cu

Dirk Schroepfer, Arne Kromm & Thomas Kanningesser

- Formation of multi-axial welding stresses due to material behaviour during fabrication of high-strength steel components

Laurent Weiss, J. Zollinger, P. Sallamand, E. Cicala, A. Mathieu & E. Fleury

- Mechanical properties and microstructural study of homogeneous and heterogeneous laser welds in α , β , and $\alpha + \beta$ titanium alloys

L. Weingrill, M. B. Nasiri & N. Enzinger

- Thermo-metallurgically coupled numerical simulation and validation of multi-layer gas metal arc welding of high strength pearlitic rails

L. Y. Xu, Z. Y. Kang, Y. D. Han, L. Zhao, H. Y. Jing & W. F. Zhu

- Effect of hydrogen on the fracture toughness of X65 high-frequency welded pipeline

Ann-Christin Hesse, Thomas Nitschke-Pagel & Klaus Dilger

- Investigations on the impact and fracture toughness of beam welded structural steels with yield strengths from 355 to 960 MPa

Martin Ivanjko & Gerson Meschut

- Innovative joining technology for multi-material applications with high manganese steels in lightweight car body structures

Ning Guo, Changsheng Xu, Yongpeng Du, Hao Chen, Yunlong Fu & JiCai Feng

- Influence of calcium fluoride on underwater wet welding process stability

Anna Regensburg, Franziska Petzoldt, Tobias Benss & Jean Pierre Bergmann

- Liquid interlayer formation during friction stir spot welding of aluminum/copper

Xiawei Yang, Wenya Li, Yaxin Xu, Quan Wen, Wuyuan Feng & Yansong Wang

- Effect of welding speed on microstructures and mechanical properties of Al/Cu bimetal composite tubes by a novel friction-ba-



sed welding process

S. Shashi Kumar, N. Murugan

& K. K. Ramachandran

- Effect of friction stir welding on mechanical and microstructural properties of AISI 316L stainless steel butt joints

Oleksii Sherepenko & Sven Jüttner

- Transient softening at the fusion boundary in resistance spot welded ultra-high strengths steel 22MnB5 and its impact on fracture processes

Chunlei Fan, Bohan Ma, Danian Chen, Gaotao Deng, Huanran Wang & Dongfang Ma

- Uniaxial compression properties of fusion zone martensite in resistance spot-weld for QP980 steel

Bore V. Jegdić, Biljana M. Bobić, Bojana M. Radojković & Behar Alić

- Influence of welding parameters on pit initiation and pit growth in welded joints of X5CrNi18-10 stainless steel

Ali Mochani, Hamid Omidvar, Seyed Reza Ghaffarian & Seyed Mohammad Goushegiri

- Friction stir welding of thermoplastics with a new heat-assisted tool design: mechanical properties and microstructure

A. Farzadi, H. Esmaeili & S. E. Mirsalehi

- Transient liquid phase bonding of Inconel 617 superalloy: effect of filler metal type and bonding time

Zhengchun Qian, Haihong Huang, Lunwu Zhao, Qingdi Ke & Gang Han

- Characterization of spontaneous magnetic signals for residual stress in plasma transferred arc welding process

VALK – MAILING – 2018.Nr.2.

- Fliess: partner in Welding wire for high-strength steel – p. 2,
- Frisomat replaces welding robot in modernisation project – p. 4–5,
- Robot welds complete cabinframes in Sekura Cabins – p. 8,
- Cutting specialist DCoup Laser expands with robot welding – p. 12,
- Production triples at Benekov boilers – p. 14–15
- Welding aluminium scaffolding with Active wire Aluminium – p. 16.,
- Duty cycle of welding robots increased with intelligent planning – p. 17,



Hegesztő szakmérnök védések a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszékén a háromszemeszteres nemzeti hegesztő technológus szakmérnök képzési ciklus végén 2019. január 28–29. között lezajlottak az írásbeli vizsgák, majd 2019. január 30. és február 1. között a szóbeli feleletekre került sor.

Az első két szemeszterben minden pénteken és minden második szombaton folyt az oktatás, a harmadik szemeszterben csak péntekente voltak kontaktórák, 14 oktatási hét per szemeszter bontásban.

A vizsgák mind a 4 modul anyagát felölelték. A modulok sorban:

- modul: hegesztés és rokon eljárásai, technológiája, berendezései (welding processes and equipment)
- modul: anyagok és viselkedésük hegesztés során (materials and their behaviour during welding)
- modul: hegesztett szerkezetek és kötések tervezése, vizsgálata (construction and design)
- modul: gyártás és mérnöki alkalmazások (fabrication, applications engineering)

A 2017 szeptemberében indult képzési cikusból 17 hallgató a sikeres vizsgáit követően a szóbeli vizsganapon átvehette a nemzetközi hegesztőmérnök (IWE; International Welding Engineer) és európai hegesztőmérnök (EWE; European Welding Engineer) pecsétjeit. Mivel az IIW logó módosításon esett át a diplomákat a nyomdának késve sikerült elkészítenie, ezért azokat az MHTÉ utólag postázta hallgatóinknak.

Az Anyagtudomány és Technológia Tanszékén a szakmérnök képzés az egyetemi oktatási rendszerbe illesztett akkreditált felsőoktatási képzés is, ezért minden hallgatónk akik, szakdolgozatot is készítettek (idén a teljes évfolyam), a sikeres védés és vizsgák után a BME Hegesztő technológus szakmérnök diplomájukat is átvehetik majd a BME Gépészmérnöki kar ünnepélyes diplomaosztóján.

Gratulálunk végzett hallgatóinknak!

Külön gratulálunk; (I) az első vizsganap legjobb hallgatójának **Kollár Dénesnek** aki 80 %-os összesített vizsgateljesítménnyel és kitűnő Hegesztő t. szakmérnök diplomaminősítéssel végzett, (II) a második vizsganapon **Nacsa Gergelynek**, aki a nap legjobbjaként 79%-os összesített vizsgateljesítménnyel végzett és (III) a harmadik vizsganapon **Varbai Balázsnak**, aki 86%-os összesített vizsgateljesítménnyel és kitűnő Hegesztő t. szakmérnök diplomaminősítéssel végzett.

Az összesített vizsgateljesítményük alapján az évfolyam legjobbjai:

- | | |
|------|----------------------------|
| I. | Varbai Balázs (86%) |
| II. | Uzonyi Sándor (81%) |
| III. | Kollár Dénes (80%) |

Mivel a képzés páratlan évek szeptemberében indul, így még van lehetőség a 2019-ben induló képzésre jelentkezni.

Bővebb információk és jelentkezési lap letölthető a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék honlapjáról:

www.att.bme.hu

Kapcsolat:

e-mail: Welding@att.bme.hu

telefon: 1-463-1302 / 1-463-1115



Végzett szakmérnök hallgatóink az első vizsganapon, balról jobbra:
Dániel Csaba Árpád, Gera Róbert, Botos Kornél, Heincz Norbert, Kollár Dénes,
Babits Gergely, Kocsis Márton



Végzett szakmérnök hallgatóink a második vizsganapon, balról jobbra:
Somodi Balázs, Merth Attila Zoltán, Szabó Zoltán, Lados László, Nacsa Gergely



Végzett szakmérnök hallgatóink a harmadik vizsganapon, balról jobbra:
Varbai Balázs, Zatykó Csaba, Wéber Dániel, Uzonyi Sándor, Zentai Balázs



Vizsgabizottság a harmadik napon balról jobbra:
Májlínger Kornél (a képzés felelőse), Szokol György (I. modul), Kristóf Csaba (IV. modul), Dobránszky János (II. modul), Gremsperger Géza (IV. modul), Számel László (I. modul), Komócsin Mihály (II. modul), Pelcz József (IV. modul), Fodor Olivér (IV. modul), Farkas Attila (IV. modul), Nagy András (III. modul), Palotás Béla (I. modul), Barányi István (III. modul), Katula Levente (III. modul)

MAKE IT projektet lezáró beszámoló



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

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union
Ez az Európai Unió által társfinanszírozott Erasmus+ Program.

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

Ezt a pályázatot az Európai Bizottság pénzügyileg támogatja.

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

A MAKE IT Erasmus+ projekt célja volt, hogy megválaszolja a hegesztéssel foglalkozókkal szemben jelentkező a képzésük, a minősítésük modernizálására vonatkozó igényeket, biztosítsa a képesség EU szintű elismerését, valamint segítse elő a határokon átvélt munkaerő mobilitását.

A MAKE IT projekt a kellő szintű és szakmai mélységű információgyűjtés, valamint rendszer és folyamat szemléletű információfeldolgozási módszer kialakítása után elkezdődhetett a végrehajtás, amelynek minőségirányítási kereteit, tehát a szakmai program minőségirányítási szempontjait is kielégítő témafeldolgozás.

A MAKE IT keretei között végzett igényfelmérés az EWP – re vonatkozóan és általánosságban képességhiányosságokat tárt fel.

A lényeges eredmények:

- a kiemelt európai hegesztő képesítésre vonatkozó igényfelmérésről és tanulási eredményekről, valamint a partner országokban alkalmazott Nemzeti/Európai Képzési Keretrendszer (NQF/EQF) ismertetéséről készített átfogó jelentés,
- a hegesztési ágazatban az Előzetes Tanulási Eredmények Elismerés (RPL) irányelvének kidolgozása.
- A jelentés legfontosabb végrehajtásra vonatkozó ajánlásai a következők:
- az EWP igazoláshoz szükséges képesítés alternatív lehetőségeit bővíteni kell, azáltal, hogy elismerik a munkahelyeken szerzett előzetes tanulási eredményeket (RPL),
- ki kell dolgozni a tanulási eredmények mátrixát és megfontolni a munka-alapú tanulás bevezetését (pl. újabban WOW- projektben és közösen a duálisképzéssel folytatódik) már a tanoncidió végén.

Az ajánlások kiegészítéseként elkészült munkák:

- az EWP érvényes tanulási eredmények szintjelzője,
- a hegesztők képesítési területére érvényes és az oktatók részére készült pedagógiai eszköztár,
- az EWF képesítési mátrix,
- az RPL – (előzetes tanulási eredmények) – re vonatkozó irányelv és eszközök, stb.

A tanulási eredményeken alapuló megközelítéssel a harmonizált EWP tananyag előnyei a következők:

- világosan, egyértelműen meghatározottan mit kell tudnia, mit kell megértenie és mit kell tennie az Európai Kiemelt Hegesztőnek,
- a hegesztők modernizált képzése figyelembe veszi az ipar (Ipar4.0) és a munkaerőpiac képességeire vonatkozó igényeit,
- támogatja az élethosszig tartó tanulást az által is, hogy elismeri a munkahelyen szerzett előző ismereteket,

- erősíti a kölcsönös bizalmat és kapcsolatokat a szakoktatási és szakképző szervezetek és a gyáripár között,
- növeli a dolgozók mobilitási lehetőségét és elismerteti az EWP –t (Európai Kiemelt Hegesztő-t) Európában.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a MAKE IT projektnek két alapvető területe van.

Az egyik a hegesztéshez kapcsolódó új szakmai (kompetencia) igényeknek (pl.: Ipar 4.0) megfelelő képzési és minősítési rendszer kialakítása.

A másik pedig az un. „Előzetes Ismeretek El fogadása” (Recognition Prior Learning – RPL) terület. Itt az egyik fő kérdés, hogy az, aki a hegesztési szakmába be akar lépni, de előzetesen nem végzett szakiskolát, pl. nincs OKJ – (igazolása), bizonyítványa milyen körülmények között csatlakozhat vagy a képzés egy adott fázisához, vagy közvetlenül a szakmai tevékenységekhez, mint munkavállaló.

Itt talán nem feledkezhetünk meg arról a tényről, hogy a hegesztés keresett, akár hiány szakmának is minősíthető.

Három éves projekt kimutatta és irányt adott arra vonatkozóan, hogy EU szinten a hegesztési szektorban érvényes és harmonizált európai szintű eljárás legyen a szakmai kompetencia elismerésére és validálására (érvényesítésére) az Európai Kiemelt Hegesztő (European Welding Practitioner: EWP) és az Európai Hegesztő Specialista (Hegesztési Specialista: EWS) részére biztosítva.

Ez pedig biztosítja a határok „szakmai” átjárhatóságát és az Európa szintű munkavállalási lehetőséget.

Az EWP és az EWS képzési formák olyan ajánlások, amelyek a képzések rendszerét úgy alakítják át, hogy a képzések illeszkedjenek az EU Képzési Keretrendszerébe, de a kapcsolat, illetve az összhang megmaradjon a Nemzeti Képzési Keretrendszerrel is.

A MAKE IT projektben az MHE- a minőségirányítási feladatkört, mint témafelelős meglegedésre látta el.

Az MHE munkáját jelentős mértékben segítették a konzorcium magyar tagjai – így a MÁTRAI Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. és a Heves Megyei Ipari és Kereskedelmi Kamara vezetői és munkatársai.

A teljes MAKE IT projekt eredményeit, a véget ért munkát az EU Bizottság illetékesei az adható 100 pontból 78 pontra értékelték.

Ez igen jelentős eredménynek számít.

Az elért eredmények alapján kezdődött el a MAKE IT projekt eredményeit felhasználó, arra épülő és az EWF által irányított és lényegében a hegesztésre érvényesített duális képzési – a WOW (Work-based learning Opportunities in Welding) és néhány ehhez kapcsolódó más projektek, mint pl. Rainbow és ManuMobile – projektek kidolgozása is.

A MAKE IT projekt elérhetősége:

WWW.MAKEITPROJECT.EU

Dr. Gremesberger Géza

Ülésezett az EWF közgyűlése

Lisszabonban 2018. október 30-án tartotta 53-ik közgyűlést az EWF. C. Eady bemutatta az EWF átszervezésére vonatkozó javaslatot a 2020/2025. évre.

Ennek megfelelően létre kell hozni a „Nemzetközi Ipari Tanács”-ot, aminek a szerepe az érdekelt ipari felek EWF döntéshozatalban való részvételének lehetősége. Kíváncsús, hogy az Ipari Tanácsban a képviselők az EWF-tagok igazgatótanácsainak (ANB-inek) tagságából származzanak. A megnövekedett iparági részvétel fokozza a nyilvánosságot, és elősegíti az iparági érdekek érvényesülését az EWF-döntésekben. Ugyancsak létre kell hozni a „Nemzetközi

Gyártási Minősítési Tanács”-ot, amely lehetővé teszi, hogy az EWF tagjai és mások részt vegyenek az általuk nyújtott képesítések fejlesztésében és irányításában.

A Nemzetközi Ipari Tanács és a Nemzetközi Gyártási Minősítési Tanács olyan tanácsadó testületek, amelyek támogatják az EWF BD-t és GA-t stratégia meghatározásában.

Az MHE felhatalmazást kapott európai ellenállás hegesztő specialista és kiemelt hegesztő képzésére.

C. Eady az EWF jelenlegi elnöke beszámolt a blokkokból épülő, rugalmasabb irányelv kidolgozására létrehozott munkacsoport tevékenységéről. Bemutatta az irányelv tervezetét.

HÍREK

Ülésezett az IAB A és B bizottsága valamint a taggyűlése

Párizsban 2019. január 15-én és 16-án tartotta ülését az IAB.

Az IAB-252r5-19 dokumentum felülvizsgálata megtörtént, átvezették a vizsga feltételekre vonatkozóan kért változtatásokat. Az ismételt vizsgánál a 15 hónapos határidő törlésre került. Az ismételt vizsgánál a korábbi eredmények esetén a hároméves érvényességi idő öt évre meghosszabbodik.

A munkacsoport azt is felajánlotta, hogy továbbra is támogatja az IAB-t az értékelés, a jóváhagyás és a gyártás megkezdése előtt.

Két szerződés lesz, az egyik a Svéd Hegesztési Szövetség és az IAB között, míg a másik a Svéd Hegesztési Szövetség és minden érdekelt ANB között.

A radiográfiai képeket illetően csak a Svéd Hegesztési Szövetség nyújtott be ajánlatot.

a kérdésekre vonatkozik, amelyeknél a szabványok alkalmazása szükséges.

Azokban az esetekben, amikor a megválaszolható kérdéseknél a hallgatónak egy szabványban kell, hogy keressen – a rendelkezésre álló idő 2 perc 30 másodperc (ez csak a WI 1-es modulra vonatkozik, 1.5. téma). Ennek megfelelően az 1. és 2. táblázatban összefoglalt módon változik a kérdések száma

Szint	WT modul vizsga		WT modul vizsga	
	Időtartam	Kérdések száma	Időtartam	Kérdések száma
IWI-C	1 óra 30 perc	72	1 óra	48
IWI-S	1 óra 30 perc	72	1 óra	42 48
IWI-B	2 óra	96	2 óra	86 96

1. táblázat

Modul- almodul		Kérdések száma		
		IWI-C	IWI-S	IWI-B
Hegesztés technológia	1 almodul - Hegesztő eljárások és berendezéseik	30	15	35
	2 almodul – Anyagok és viselkedésük hegesztéskor	42	45	31
	3 almodul – Hegesztett szerkezetek és tervezésük	11	7	6
	4 almodul – Hegesztett szerkezetek gyártása	13	5	0
ÖSSZES WT-E		96	72	72
Hegesztés felügyelet	1 almodul – Minőség biztosítás és minőség ellenőrzés a felügyeletben	38 48	12 18	18
	2 almodul – Varrat vizsgálata és jegzőkönyvezése	48	30	30
ÖSSZES WI-E		86 96	42 48	48

2. táblázat

Az ellenőrző személyzet irányelv munkacsoportjának vezetője COSTA Luca ismertette a gyakorlati képzéshez és a vizsgához szükséges műanyag mintákra és röntgenfelvételekre vonatkozó tagszervezeti javaslatok értékelését. Az ajánlat részeként a meghatározott kritériumok alapján a Svéd Hegesztési Szövetség által benyújtott javaslat kapta a legmagasabb pontszámot.

A munkacsoport az IIW/IAB-nek javasolja a Svéd Hegesztési Szövetséggel való tárgyalások megkezdését, a szerződés előkészítését.

A munkacsoport tárgyalást kezd a Svéd Hegesztési Szövetséggel a javaslatokról, és alternatív javaslatot kér, amely jobban illeszkedik az IAB igényeihez.

A harmonizált vizsgák kérdéseinek kidolgozására létrehozott munkacsoport áttekintette a vizsga eljárást.

Az ellenőrző személyzet irányelv munkacsoportja által végrehajtott IWIP harmonizált fix vizsgák kidolgozása miatt szükség volt az OP-17, a 2C. Függelék - WT és WI vizsgák fejezetének megváltoztatására. A változás azokra

Italo FERNANDES rendszer-igazgató azt javasolta, és ez elfogadásra is került, hogy, az IWP esetében a harmonizált kérdések a vizsga 100%-ára terjedjenek ki.

Henk BODT arról tájékoztatta a bizottságot, hogy az új ISO 14731 szabvány tervezete várhatóan jóváhagyásra kerül. Hangsúlyozta annak szükségességét, hogy az új szabvány követelményeinek végső válaszként támogassák az IIW rendszert, most, hogy a rendszerre való hivatalos hivatkozás már nem létezik.

Komócsin Mihály

nek jelenlegi helyzetét. A rendszer kompetencia egységeknél nevezett blokkokból épül fel, és megfelel az európai hegesztőmérnök/technológus/specialista/kiemelt hegesztő (EWF-409-410-411-451) jelenlegi EWF-irányelveinek és az IAB-252 irányelvének. Az irányelv tervezet lényegesen részletesebb a jelenlegi irányelveknél a megkívánt tanulmányi eredményeket illetően.

Az EWF szorgalmazza, hogy a tagországokból minél több szakértő vegyen részt az egyes munkacsoportok munkájában az alaposabb szakmai döntések kialakítása érdekében. Mindenki jelentkezését várja az MHTÉ. A jelenleg is aktív munkacsoportok:

- Ragasztás
- Lézer eljárások
- Felületvédelem

- Ellenállás hegesztés
- EN 1090-Hegesztő felelős
- Gépkocsi karosszéria javító
- Víz alatti hegesztő
- EWF konferenciák/szemináriumok

A jelenleg szunnyadó munkacsoportok:

- Hegesztés utáni hőkezelés
- Betonacél hegesztő

Az IAB-val közös EWF munkacsoport:

- Vasútbiztonság

A tanúsítással foglalkozó munkacsoportok:

- WGA 2.1 A gyártók EN ISO 3834 szerinti tanúsítása

A kezelt dokumentumok:

- EWF 636r2-13 (ISO 3834 alkalmazása)
- EWF 637r2-12 (Útmutatás a termékek minősítéséhez)

- EWF 638r3-14 (ANBCC szabályok)
- EWF 639r3-14 (ANBCC ellenőrzés MCS szerint)
- WGA 2.2 A hegesztési felelősök tanúsítása
 - EWF 650r3-14 (EWF PCS)
- WGA 2.3 A hegesztők, hegesztő gépközelők és forrasztók tanúsítása
 - EWF 647r2-16 (EWF Hegesztő Tanúsítás)
- WGA 2.4 A műanyag hegesztők tanúsítása
 - EWF 581r2-14 (Műanyag hegesztő)
- WGA 3.1 – EMF Irányelv
- WGA 3.2 – EN 1090 szerinti acélszerkezet gyártás
- WGA 3.3 – Egészség és biztonság
- WGA 3.4 – Legjobb gyakorlat/műszaki leírások

Komócsin Mihály



The poster for the YPIC2019 conference features a collage of images: a group of professionals in a meeting, a close-up of a welding process, and two people looking at a laptop. The layout is dynamic with diagonal banners and text blocks in various colors (red, blue, green, yellow).

iiw

4-6. July, 2019

Conference Workshops Welding Quiz

YPIC2019

5th Young welding Professionals International Conference

The YPIC2019 conference aims to

- bring together young professionals worldwide interested in welding and related technologies
- integrate and mediate professional knowledge
- providing a forum of professional discourse for sharing and harmonizing ideas

www.YPIC2019.com

Call for papers in the following topics:

1. Additive manufacturing
2. Joining techniques in the automotive industry
3. Laser and electron beam welding
4. Arc welding and allied processes
5. Non-destructive testing
6. Machine learning and data science
7. Fatigue and fracture of welded components
8. Polymer joining and adhesive technology
9. Numerical simulation and process modelling
10. Risk management and damages of welded structures

Workshops and welding quiz

International workshops and quiz coordinated by international well known professionals in the following topics:

- Welding and allied processes
- Non-destructive testing
- Additive manufacturing

An event for networking and extend your theoretical and practical knowledge, which contains 50% theoretical - 50% practical tasks.

Poster presentation

Gives an opportunity for young researchers and professionals to share and exchange their results in their professional fields.

Who should attend?

- This conference will focus primarily on Bachelor's, Master's, PhD and Welding Engineer students and on other Young Professionals who are at the beginning of their professional carrier
- There is, however, no restriction on the „categories” and ages for participants.
- Professors and industrial representatives are welcome as well.

Beam welding

Microstructure Duplex Steels

Material

Robotic

Advanced

Orbital Welding

Technology Design

Welding Workshop

Network

Destination: Hungary

Presented by:
Hungarian Welding Society

MAHEG

The 5th Young welding Professionals International Conference (YPIC2019) will be hosted by the Hungarian Welding Society and supported by the International Institute of Welding from 4th to 6th July 2019 in Budapest.

The aim of the event is to bring together young welding professionals of the world in the fields of welding and related technologies, to review recent achievements in the advancement of knowledge and understanding in these areas, share the latest developments and address the challenges for the present and the future. During the 2,5 days of the event, the participants will have the possibility of networking and to change and harmonize their professional ideas. The event will deliver 4 different professional programs:

- Ice-breaking speed friending
- Conference
- Poster presentation
- Welding quiz and workshops

Conference topics:

- Additive manufacturing
- Joining techniques in the automotive industry
- Laser and electron beam welding
- Arc welding and allied processes
- Non-destructive testing
- Machine learning, artificial intelligence and data science
- Fatigue and fracture of welded components and structures
- Polymer joining and adhesive technology
- Numerical simulation and modeling
- Risk management and damages of welded structures

Information and registration at: www.ypic2019.com

Should you have any questions, do not hesitate to contact us: organizer@ypic2019.com

Please, share this information among colleagues. We are looking forward to see you and your colleagues in Budapest, Hungary!

Since the target audience of the event are young professionals with limited financial background, the organizers of the conference will try to keep the registration fees as low as possible. Hence, we are looking for potential sponsors. Based on the success of the former YPIC conferences, generally, the possibility of presenting an own topic and hold a workshop task will be provided for the sponsors. For further information, please, contact the organizers.

FELHÍVÁS

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



MSZ EN ISO 3834

szabvány alábbi fejezetei szerint:



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

A sikeres üzemalkalmassági auditot követően az 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 adni a tanúsítványt. Tanúsításra jelentkezés és bővebb információ érdekében az alábbi elérhetőségeken várjuk érdeklődését:
e-mail: benedekj@mhte.hu; telefon: 06 70 400 2767



DVS Media GmbH
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf

PRESSE-INFORMATION 2/2019

GIFA/METEC/NEWCAST/THERMPROCESS 2019
DVS Media realisiert die offizielle Messezeitung „fair news“

Düsseldorf, 19. Februar 2019

Die DVS Media GmbH ist offizieller Partner der Messe Düsseldorf GmbH für die Messezeitung „fair news“. Sie wird vom 25. bis zum 29. Juni 2019 das Messequartett von GIFA, METEC, NEWCAST und THERMPROCESS täglich redaktionell begleiten. Die Partnerschaft zwischen DVS Media und der Messe Düsseldorf wurde jetzt vertraglich festgelegt.

GIFA, METEC, NEWCAST und THERMPROCESS sind wichtige Messen für die Gießerei- und die Stahlbranche. „Unser Verlag wurde bereits im vergangenen Jahr Partner des BDG – Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie e. V. Im Januar dieses Jahres konnten wir außerdem das verlagseigene Portfolio um den Bereich ‚Stahl‘ erweitern. Als offizieller Partner der „fair news“ haben wir nun eine weitere Möglichkeit, beide Branchen mit einer fachlich fundierten Kommunikation zu unterstützen“, erklärt Dirk Sieben, Geschäftsführer der DVS Media GmbH.

„fair news“ ist eine ideale Ergänzung für die renommierten Fachzeitschriften GIESSEREI und die englischsprachige CP+T für deren Produktion und Vertrieb die DVS Media GmbH seit Juli 2018 verantwortlich zeichnet. Im Stahlbereich erscheinen ab März 2019 die „Stahl + Technik“ und deren englisches Pendant „Steel + technology“, zwei völlig neue Fachzeitschriften aus dem Hause DVS Media.

Neben diesen klassischen Printmedien bietet der Fachverlag den Unternehmen aus der Gießerei- und Stahlbranche auch digitale Medienkonzepte an. Im Gießerei-Bereich sind dies zum Beispiel ein E-Paper-Angebot mit interaktiven Inhalten, im Stahlbereich eine App und eine neue B2B-Plattform HOME OF STEEL (www.homeofsteel.de), die schrittweise aufgebaut wird.

Uta Tschakert
Unternehmenskommunikation
T +49 211 1591-304
F +49 211 1591-150
uta.tschakert@dvs-hg.de

Új igazgató az MHtE élén



2019. 01. 01-től Gayer Béla a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (MHtE) új igazgatója. Gayer Béla 1995. január 23-óta az MHtE dolgozója,

s mint általános igazgatóhelyettes és műszaki igazgató végezte munkáját, megválasztásáig.

Előző munkahelyén 23 évig dolgozott a Gyár és Gépszerelő Vállalatnál. Kivitelezői tapasztalatait, belföldi és külföldi szereléseken szerezte a hegesztő szakma minden szintjén.

Az Egyesülésben a munkáltatók érdekképviseletével és kiegészítő műszaki szolgáltatások szervezését, irányítását végezte.

Végzettsége okleveles gépészmérnök, EWE/IWE mérnök, műanyag felhasználó és K1 jelű atomerőművi hegesztőmérnök. Igazgatóként az MHtE 16 fő tevékenységét irányítja.

Az igazgató elérhetősége:
www.mhte.hu,
+3670 4002771,
bgayer@mhte.hu.

Tájékoztatás

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

2019. 12. 31.

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

★

folyamatos munkavégzés igazolása,

★

az aktuális éves látóképeség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN ISO 7912 szerint (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger

1. betűméretű szöveg olvasását, valamint színlátása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel

hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat,

valamint dr. Shinobu Ishihara: Test for colourblindness – gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos – könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges,

★

régi tanúsítvány megküldése.

★

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

Az MHtE rendezvényei a HUNGEXPON

**2019. 05. 14. Kedd
13.00–16.00**

MTA Hegesztési albizottság nyilvános ülése
„A” pavilon II-es galéria 163 terem

**2019. 05. 15. Szerda
11.00–15.30**

Vasúti járműkonferencia
„A” pavilon II-es galéria 182-183 terem

**2019. 05. 16. Csütörtök
13.00–16.00**

MHtE Taggyűlés
„D” pavilon türkiz konferencia terem

**2019. 05. 17. Péntek
11.00–13.00**

Nemzetközi hegesztési projektek eredményei workshop
„A” pavilon II-es galéria 163 terem

Rendezvénynaplár

Időpont	Hely	Megnevezés	Felvilágosítás
2019. 03. 30.	Budapest	EN 1090 szerint tanúsított cégek részére éves továbbképzés	MHtE/DVS
2019. 05. 14–17	Budapest	MACH-TECH A kiállítás idejére tervezett rendezvényeink (előzetes igény). 2019. május 09-én 13:00-tól 15:00-ig a Magyar Tudományos Akadémia Hegesztési albizottságának nyilvános ülése (20-30 fő). 2019. május 10-én 10:30–15:00-ig Országos Vasúti Jármű Heg. Konferencia (50-60 fő, zárt ülés). 2019. május 11-én 10:30–14:00 Az MHtE mérlegjövahagyó és SZMSZ módosító Konferencia (80-90 fő zárt ülés). 2019. május 12-én 10:00–13:30-ig Nemzetközi Hegesztési Projektek értékeléseinek nyilvános konferenciája (20-30 fő külföldi projekt-vezető is).	Hungexpo/MHtE
2019. 09.	Hajdúszoboszló	Hegesztési felelősök országos tanácskozása	MHtE

A jövő karnyújtásnyira van.



MACH-TECH

Nemzetközi gépgyártás-technológiai
és hegesztéstechnikai szakkiállítás



IPAR NAPJAI

Nemzetközi ipari szakkiállítás



2019. május 14–17.



hungexpokiállítás
programod van

MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkiállítások – Magyarország legjelentősebb üzleti eseménye az iparban

Helyszín: HUNGEXPO Budapesti Vásárcsopont

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

Kiemelt téma: Ipar 4.0 – M2M, IoT, AI, smart solutions, termelési hálózatok és további számos technológiai irányzat.

Legfontosabb megjelenő tematikák:

elektronika, automatizálás, gépipar, robotika, logisztika, energetika, IT, beszállítóipar és még sok más iparág.

Betétkiállítás: Védőháló Budapest

Biztonságos és egészséges környezet otthon és a munkahelyen – Munkavédelmi kiállítás

Látogatók részére előzetes online regisztráció az ingyenes belépésért:

www.iparnapjai.hu/hegesztesteknika

Bővebb információ: www.iparnapjai.hu

HÍREK

MAHEG-programok 2019-ben

Tervezett időpont	Rövid leírás	Helyszín
2019.03.6–8.	Elsődleges cél: a 72. IIW AA magyar előadásainak előkészítése a C-III Bizottságban / másodlagos cél: YPIC 2019 promotálása	Detroit
2019.03.20–22.	https://2019.marovisz-rakk.hu/	Eger
2019.03.21–23.	A Magyar Hegesztési Egyesület 2015-től támogatja a Hegesztés vagy rokoneljárásokkal foglalkozó tagozatokat, 2019-ben is támogatja illetve szakmai zsűrit biztosít	Budapest, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
2019.03.19	Kockázat menedzsment legjobb gyakorlatok és módszerek bemutatása, hegesztő üzemekben való alkalmazási lehetőségek	Budapest, Óbudai Egyetem 109 Pauli Konferencia terem
2019.04.12. 15 ⁰⁰ –20 ⁰⁰	A magyar felsőoktatási intézmények csapatai forgószínpad szerűen elméleti és gyakorlati feladatokat teljesítenek	Budapest, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
2019.04.17	Szakmai előadások: CLOOS, Crown képviselői, Óbudai Egyetem, Maheg képviselői. Témák: Cloos 100 éves jubileum, új Cloos hegesztési eljárásváltozatok, Ipar 4.0 Megvalósult alkalmazási példák bemutatásán keresztül - OE Maheg	Budapest, Óbudai Egyetem, Népszínház utca 252. Bánki Dízsterem
2019.04.26. 9 ⁰⁰ –15 ⁰⁰	A polimer hegesztés területén meghatározó ipari partnerek szakmai előadásai illetve a polimer hegesztéshez kapcsolódó anyagvizsgálatok területéről szakmai előadások. Az ankét célja, hogy a résztvevők megismerkedjenek a szakma haladási irányjaival, újításaival	Budapest, Óbudai Egyetem 109 Pauli Konferencia terem és aula.
2019.05.08. 15 ⁰⁰	Az egyesület éves közgyűlése, ahol tárgyalja az előző évi beszámolókat és az 2019 év programtervét, a 2020-as tagdíjat. Ebben az évben tisztújítást tart az egyesület	Budapest, Óbudai Egyetem, Doberdó utca 6. Szenátusi Tanácssterem
2019.05.14–17.	Világmarkák, piacvezetők, kis- és középvállalkozások, számos ipari területen tevékenykedő cég egy időben, egy helyen a Budapesti Vásárközpontban	Budapest, Hungexpo
2019.05.14	Magyar Tudományos Akadémia Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottság Hegesztési Albizottság ülése, tagfelvétel, szakmai előadás: A legjobb BME Hegesztő t. szakmémök szakdolgozat prezentációja – www.mhte.hu	MHtE-Budapest, Hungexpo-A pavilon-II. Galéria-163 terem
2019.05.15	Magyar Vasútjármű Hegesztési Koordinációs Bizottság és az MHtE együttes szervezésében kerül sor a vasúti járművek és járműszerkezetek tervezésében, gyártásában, karbantartásában és vizsgálatában érdekelt szakemberek továbbképzésére. A résztvevők az elmúlt időszak legfontosabb változásairól és eseményeiről kapnak tájékoztatást (pl.: szabályzási környezet változásai, szabvány változások, technológiai újdonságok és tapasztalatok, stb.) www.mhte.hu	MHtE-MAHEG Budapest, Hungexpo-A pavilon-II. Galéria-182 és 183 termek
2019.05.22–23.	http://www.magesz.hu/?page_id=15	Dunaújvárosi Egyetem "A" Konferencia terem Dunaújváros, Táncsics Mihály u. 1/a.
2019.06.21–24	IWE pótvizsgák a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén http://att.bme.hu/	BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén
2019.09.12–13.	www.mhte.hu	Hajdúszoboszló-Béke Hotel
2019.10.13–15	XII. Országos Anyagtudományi Konferencia http://oat.hu	Balatonkenese
2019.10.11	A hegesztési automatizálás területéről szakmai előadások, jó gyakorlatok bemutatása. A cél az érdeklődők szakmai képzése, megismertetése a szakma fejlesztési irányjaival, újításaival.	Kecskemét, Neumann János Egyetem
2019.11.21–23.	Az idén 40. alkalommal kerül megrendezésre az ankét. Ez a jubileum adja az aktualitását annak, hogy számot vessünk, milyen problémákkal kellett megküzdenünk az elmúlt évtizedekben, és hogy a mai tudásunkkal hogyan oldanánk meg ezeket. Természetesen nem csak nosztalgiázni szeretnénk, hanem a sokszor mára már feledésbe merült, múltban szerzett tapasztalatainkat kívánjuk felfrissíteni és a mai tudásunkkal kiegészíteni. A múlt, melyben a problémák gyökereznek, a jövő, melytől a megoldásokat reméljük és a jelen, ahol a kihívásokra azonnali válaszokat kell adnunk. Az ankét keretében megpróbáljuk ezeket az „időzónákat” összehozni, és hasznos iránymutatást adni a napi munkánkhoz. Természetesen idén is foglalkozunk a jogi szabályozás és a szabványosítás kérdéseivel, melyek nélkül nem lehet meghozni műszaki döntéseket. http://www.maheg.hu/hu/esemenyek/325	Siófok, Beszédes József sétány 72.

Háromkomponensű védőgázok a hatékonyabb hegesztéshez

MESSER 
Gases for Life



Háromszoros megtakarítás

A Messer háromkomponensű védőgázaival
hegesztési időt, utómunkát és költséget
takarít meg.



www.messer.hu | IPAR NAPJAI - MACH-TECH D pavilon 204/M

SYRIUS®

HATÉKONY HEGESZTÉSTECHNIKAI MEGOLDÁSOK

MIGPULSE 501 DP & MIGPULSE 501 DPP

TELJESEN FELSZERELT * MIG /MAG hegesztőinverterek

* Előtoló egység | Testkábel | 500A vízhűtött hegesztő pisztoly
SYRIUS vízhűtőkör | Szállítókocsi | RHÖNA reduktor | Összekötő kábel

SYRIUS WIG 351 AC/DC PULSE

Testkábel | SYRIUS vízhűtőkör | SYRIUS vízhűtéses AWI pisztoly | Szállítókocsi

BŐVEBBEN

WWW.SYRIUS.HU | RENDELES@SYRIUS.HU | AJANLAT@SYRIUS.HU



EGYEDI SYRIUS HEGESZTŐBOXOT ALAKÍTOTTUNK KI A BME ANYAGTUDOMÁNYI INTÉZETNÉL.

A SYRIUS-TECH Kft. elkötelezett a hegesztőképzés fejlesztése iránt, és ennek elősegítésére mindig kész együttműködni az oktatási intézményekkel. Ezúttal a **Budapesti Műszaki Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszéke** számára alakítottunk ki egy egyedi hegesztőállomást, kimondottan a **BME ATT** kívánalmai szerint. A korábban beszerzett és eredményesen üzemeltetett két SYRIUS hegesztőáramforrás mellé egy-egy további SYRIUS MIGPULSE 501DPP (digitális vezérlésű, multifunkciós pulzált fogyóelektródás berendezés) illetve SYRIUS WIG 351 AC/DC PULSE (digitális, váltóáramú pulzált AWI áramforrás) készüléket vásárolt a tanszék. A két újabb SYRIUS áramforrással gyakorlatilag minden fém hegesztése lehetséges, valamennyi kézi hegesztési eljárással. A hegesztőállomás kivitelezését is a SYRIUS-TECH Kft. végezte, az áramforrásokon kívül természetesen a hegesztőfülkét és más felszereléseket is a SYRIUS szállította és szerelte fel.

10 ÚJ SYRIUS MIGPULSE GÉP A DN ACÉLNÁL

A DN ACÉLSZERKEZETGYÁRTÓ Kft. hosszú ideje a SYRIUS partnere. A rutinos csepeli cég olyan referenciákkal rendelkezik, mint pl. a budapesti villamosmegállók rekonstrukciója és modernizálása. Érthető, hogy fokozott hangsúlyt fektetnek a **minőségi és hatékony termelésre**, így folyamatosan frissítik gépállományukat. Kiválóan felszerelt partnerünk tevékenysége bővítésére ezúttal is SYRIUS készüléket választott, most 10db SYRIUS MIGPULSE 501 DP fogyóelektródás áramforrást szállítottunk, teljesen felszerelve.

A MIGPULSE 501 DP egy teljesen digitális vezérlésű, multifunkciós, folyadékűtéses, külön előtolós fogyóelektródás hegesztő áramforrás, amellyel a legtöbb szerkezeti fém **nagyon jó minőségben, hatékonyan lehet hegeszteni**. A készülék beállítása, **kezelése rendkívül egyszerű**. A berendezés vásárlást természetesen **tesztelés** előzte meg, ezt a lehetőséget **minden partnerünknek biztosítjuk**. Az ilyen nagy értékű beszerzések finanszírozását a SYRIUS-TECH Kft. **tartós bérleti konstrukció** biztosításával is tudja segíteni.



Jó ár-érték arány. Ezt a tapasztalatok vissza is igazolták. Ennél már csak az ingyengépeinknek jobb az ár érték aránya. Magyar márká (hazai gyártás, telephely szupport). Szimpatikus, segítőkész, rugalmas menedzsment (többet számított mint hinni az ember, főleg ott ahol nem kell közbeszerezetni).

Dr. Májlinger Kornél
BME egyetemi docens



"Gépvásárlás során elsődleges szempont volt a termelékenység növelése. Tesztelés után a SYRIUS mellett döntöttünk, mert ár-érték arányban ők bizonyultak a legjobbnak. A hegesztési varratok minősége is javult, nem beszélve a fröcskölés-mentességről, ami által az utómunkák minimalizálódtak."

Tábori András Zsolt
Üzemvezető

Vegye igénybe szolgáltatásainkat!

- Hegesztéstechnikai biztonsági- és érintésvédelmi felülvizsgálatok
- Hegesztéstechnikai validálás
- KISGÉP ÉS HEGESZTŐGÉP SZERVÍZ

SYRIUS®
HATÉKONY HEGESZTÉSTECHNIKAI MEGOLDÁSOK

☎ Tel: +36 46 500 822
☎ Fax: +36 46 500 827
☎ Mob: +36 20 365 2865

✉ info@syrius.hu
🏠 www.syrius.hu
📍 3508 Miskolc, Futó u. 74.

AUTOMED – Autogéntechnikai Kft.



Hagyományos **VARGA, TOLDI** rendszerű eszközök gyártása és javítása.



Egyedi és hálózati biztonsági szerelvények (visszavágás gátló) forgalmazása



**Gáz – és villamos hegesztő munkaeszközök HBSZ szerinti felülvizsgálata:
NAH-1-1290/2016 akkreditálás**



Hegesztő műhelyek és munkahelyek tervezése, kivitelezése, karbantartása és felülvizsgálata, hegesztési füst- és por elszívással.



AUTOMED-Autogéntechnikai Kft. H-2120 Dunakeszi, Alagi major,
+36 27 342-091, www.automed.hu, automed@automed.hu.

**47 éve a szakma szolgálatában,
35 éve a megszokott helyen!**

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

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

Jogi tagok: az alábbi 30 hegesztéssel kapcsolatos gyártó, szerelő kis-, közép- és nagyvállalat	Tagok: az alábbi 10 intézmény és 11 vállalkozás, melyek az Egyesülés alap-, közép- és felsőfokú hegesztőképését bonyolítják	Tagok: az alábbi 38 cég, melyek hegesztő alapanyag-, segédanyag-kereskedelemmel, gépgyártással foglalkoznak és hegesztéssel kapcsolatos szolgáltatást nyújtanak
ÁGSZER 2003 Kft. BIS Hungary Kft. BIS MCE Nyíregyháza Kft. BKV Vasúti Járműjavító Kft. BUDAMOBIL-CARGO Járműipari és Szolgáltató Kft. CG Electric Systems Hungary Zrt. CH-PLUSSZ-2000 Kft. DAK Acélszerkezeti Kft. Dunakeszi Járműjavító Kft. FORTACO Zrt. GYEGÉP Kft. Hexa-Metal Kft. IGM Robotrendszerek Kft. INVESTMONT Kft. KÉSZ Ipari Gyártó Kft. KÓPIS és TÁRSA Kft. KRAUSE Ipari, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft. MÁTRAFÜTŐBER Épületgépészeti Kft MÁV-THERMIT Hegesztő Kft. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. OT-Industries-DKG Gépgyártó Kft. OT-Industries-KVV Kivitelező Kft. Penstar Service Kft. PETROLSZOLG Kft. PYLON-94 Gép- és Acélszerkezetgyártó Kft. Schwarzmüller Kft. Szellőző Művek Kft. T-L-C Kft. Vetraforce Kft. WWV-HALBO Kft.	ADU Oktatási Központ BGSC Szili Kálmán Műszaki Szakgimnázium, Szakközépiskola és Kollégium BME ATT CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési Tanácsadó Kft. Debreceni Egyetem Műszaki Kar DUNAGÁZ Zrt. Dunaújvárosi Egyetem BGSZC Eötvös Loránd Szakgimnázium és Szakközépiskola Eszkimő Magyarország Zrt. EUROKT-AKADÉMIA Szakképző és Szakmai Szolg. Kft. HIDRA Felnőttképző Kft. ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt. Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. Miskolci Szakképzési Centrum Andrassy Gyula Szakközépiskolája MISKOLCI EGYETEM Mechanikai Technológiai Tansz. Neumann János Egyetem Nyíregyházi Egyetem Óbudai Egyetem BGK ORSZAK Bt. SLV München GSImbH SZTÁV Felnőttképző Zrt.	AC Plymovent Kft. AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt. AIR LIQUIDE HUNGARY Kft. „AUTOMED” Autogéntechnikai Kft. C & T Hegesztéstechnikai Kereskedőház Kft. COKOM Mérnökiroda Kft. CORWELD PLUS Kft. ECM Certification Kft. ÉMI-TÜV SÜD Kft. ESAB Kft. FROWELD Kft. HEGPONT Kft. INTERWELD Kft. INVENT-WELDING Kereskedelmi Kft. KE-TECH Kft. LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt. Magyar Hegesztési Egyesület MAROVISZ MESSER HUNGAROGÁZ Kft. MIGATRONIC Kft. MINELL Kft. OLVEX Kft. Qualiweld Welding & Trade Kft. POLIGRAT Magyarország Kft. POLYWELD Kft. Rechnen Hegesztőház Kft. REHM Hegesztéstechnika Kft. SIAD HUNGARY Kft. Synergic Hegesztéstechnika Kft. SOYER Magyarország Kft. TAM CERT Magyarország Vizsgáló és Tanúsító Kft. TRAKIS-HETRA Kft. TÜV Rheinland InterCert Kft. VISZÉK Kft. Volvid Zrt. VÖRSAS Kft. WELDIMPEX Termelő és Kereskedelmi Kft. WELDMATIC Kft.

Az MHtE szolgáltatásai

NEMZETI ÉS NEMZETKÖZI PROJEKTEKBEN VALÓ RÉSZVÉTEL

IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK TANÚSÍTÁSA MIR, KIR, MEBIR

HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁK MINŐSÍTÉSE

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

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

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

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

Nemzetközi és Európai Mérnök, Technológus, Specialista, Tervező (csak nemzetközi), Kiemelt hegesztő, Hegesztő, Inspektor (Gyártásfelügyelő) DIPLOMÁK KIADÁSA,
DIPLOMÁVAL RENDELKEZŐK TANÚSÍTÁSA az
EWF/IAB felhatalmazása alapján

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

VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE az MSZ EN ISO 9712 szerint
NAH által akkreditálva és a 2014/68/EU direktíva alapján harmadik félként is.

KARBANTARTÁS IPARI TERÜLET VIZSGÁLÓINAK
TANÚSÍTÁSA hatósági jóváhagyás alapján (MSZ EN 4179)

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS DIN EN 1090,
DIN EN 15085 szerint a GSI/SLV-val kötött szerződés alapján

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

HEGESZTŐBÁZISOK TANÚSÍTÁSA
(nemzeti és nemzetközi képzésekre)

OKTATÁSI SZOFTVEREK

„HEGESZTÉSTECHNIKA” folyóirat (cikkek, hirdetések)

HEGESZTÉSI FELELŐSÖK ÉVES ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁSA,
KONFERENCIÁK, SZEMINÁRIUMOK SZERVEZÉSE

MŰSZAKI SZAKTANÁCSADÁS



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN



Több mint hegesztés...



Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

webáruház:

www.cooptim.hu

Hegesztéstechnikai eszközök,

ív- és lánghegesztő készülékek,

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

forrasztóanyagok és szerszámok

nagy választékban kaphatóak

hegesztéstechnikai áruházunkban, szakszetteinkben.

Hegesztéstechnikai áruházunk:

2030 Érd,

Budafoki út 10.

Tel.: (23) 521 430

Fax: (23) 521 439

E-mail: aruhas@cooptim.hu

Szakszletünk:

8000 Székesfehérvár,

Géza u. 54.

Tel.: (22) 504 170

Tel./fax: (22) 301 751

E-mail: fehervar@cooptim.hu

MACH-TECH

Kérjük látogasson meg
minket
2019.05.14.-17.
között a MachTech és Ipar
Napjai vásáron a A pavilon
303 F standján.

Magyarországi Képviselőt:

igm Robotrendszerek Kft.
9027 Győr Csörgőfa sor 1

www.igm-group.com



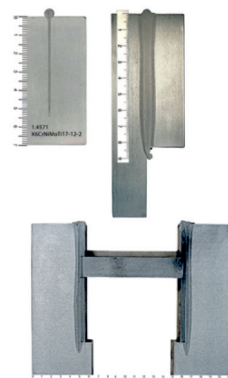
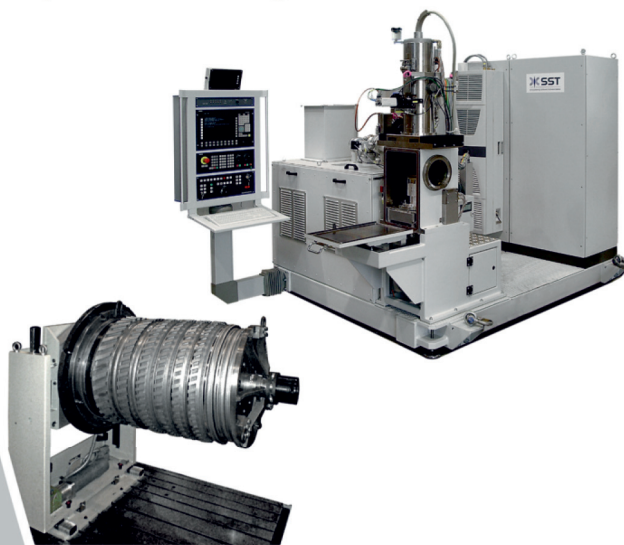
INNOVATÍV TECHNOLÓGIÁK

ELEKTRONSUGARAS HEGESZTÉS

EBOCAM - testreszabott
EB hegesztő berendezések



- Vákuumkamra méretek: 0.5 m³ ... 50 m³.
- 60 kW teljesítményű sugárgenerátor 1500 mm munkatartománnyal.
(állandó sugárminőséggel).
- Kiváló minőség és tökéletes reprodukálhatóság.
- Hosszútávú stabilitás konstans sugárparaméterekkel.
- Rövid katódcserre, nem szükséges pozíció, vagy sugárparaméter beállítás.
- Kiegészítő tengelyek forgatáshoz és billentéshez.
- Többszörös munkadarab befogó készülékek.
- Speciális szoftver minőségbiztosításhoz és dokumentáláshoz.



„Legyőzzük a kihívásokat!”

100 $\frac{1919}{2019}$



100 éve a hegesztéstechnika úttörői.

Legyőzzük a kihívásokat – a CLOOS munkatársai ezt teszik 100 éve és így naponta úttörő munkát végeznek, amikor innovatív megoldásokról, rugalmasan konfigurálható hegesztőáramforrásokról és magas automatizáltságú hegesztőrobotrendszerekről van szó. CLOOS = múlt, jelen és jövő!

www.cloos.hu

CLOOS

Weld your way.

 **CROWN**
INTERNATIONAL KFT.

Kristóf Csaba*

Váltakozó áramú vs. váltakozó polaritású ívhegesztés

A Hegesztéstechnika 2018/1. számában megjelent dolgozat [1] a váltakozó áramú hegesztést – villamos táplálásának elemzése alapján – a szakaszos energiabevitelű hegesztés „őseként” aposztrofálja. Elismerve e megközelítés eredetiségét, az energiabevitel irányításában új korszakot nyitó teljesítménymodulációs hegesztési eljárások megfelelő interpretációjára érdekében azonban célszerű néhány hagyományos kifejezés és fogalom újra gondolása. A jellemzően szinuszosan, hálózati frekvenciával váltakozó feszültséggel táplált váltakozóáramú hegesztést (AC) célszerű megkülönböztetni a hálózatitól független, választható frekvenciával, tetszőleges hullámalakkal létrehozott váltakozó polaritású feszültséggel táplált váltakozó polaritású hegesztéstől (VP).

Bevezetés

Mindenekelőtt az idézett dolgozat [1] néhány állítását célszerű korrigálni.

„A DC hegesztés állandó feszültséggel történik, az AC ív feszültsége folyamatosan változik.”

Helyesen: az egyenáramú (DC) ív feszültségének polaritása nem változik, a váltakozó áramú (AC) ív polaritása periodikusan változik.

„A DC ív a gyújtás után folyamatosan ég, nem alszik ki, az AC ív félperiódusonként kialszik majd újra gyullad.”
illetve

„A DC ív a beállított egyenes (DCEN) vagy fordított polaritással (DCEP) ég, az AC ív polaritása félperiódusonként (az európai 50 Hz-es hálózatoknál 0,01 s-onként) változik.”

Helyesen: az egyenáramú (DC) ív változatlan polaritás mellett folyamatosan ég, a váltakozó áramú (AC) ívnek a kommutáció alatti megszakadásának az ív stabilitására kedvezőtlen hatását célszerűen kialakított transzformátor mérsékli.

„Az AC ív mágneses tere a gyors pólusváltás miatt nem tud kiépülni, ezért

alig okoz mágneses ívfűvást, míg DC ívnél jelentős mértékű mágneses fűvóhatás nehezíti a hegesztést.”

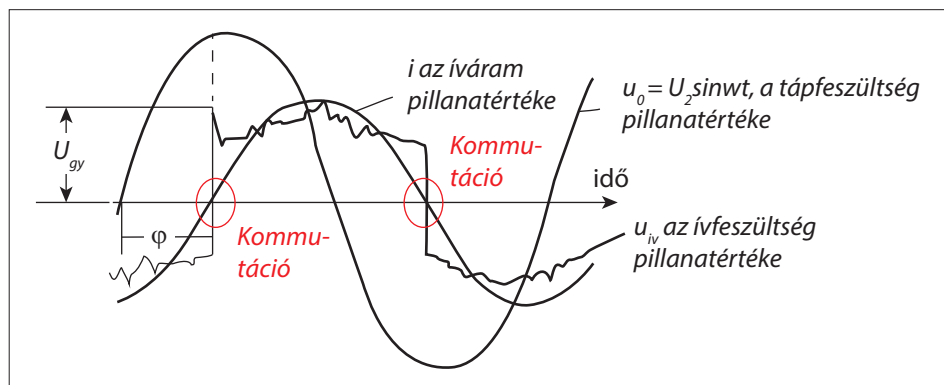
Helyesen: Váltakozó áramú (AC) hegesztés árama és vele a vezető körül kialakuló mágneses tér iránya periodikusan változik, ezért nem érzékelhető az egyenáramú (DC) hegesztésre – a változatlan irányú mágneses tér miatt kialakuló – ívfűvást, mert az ívfűvást okozó térerősség torzulás iránya periodikusan változik. Ugyanakkor a mágneses tér ívstabilizáló hatása változatlanul érvényesül, miután annak az ív tengelye felé mutató komponensének nem változik az iránya (Lorentz erő).

Váltakozó áramú (AC) hegesztés transzformátor táplálással

Az elektronikus áramforrások megjelenése előtt váltakozó áramú hegesztés értelemszerűen csak transzformátorral volt lehetséges. Alkalmazásának feltételeit ennek megfelelően határoztuk meg és mutattuk be.

E hagyományos, elektrotechnikai megközelítésű tárgyalási mód, kissé leegyszerűsítve, a következők szerint foglalható össze. Egy megfelelően kialakított (ideális belső induktivitású, viszonylag nagy szórású) transzformátor kimenetén rendelkezésre álló feszültség szolgál a terhelésen (lényegében a villamos íven) jelentős fáziskéséssel (ϕ) folyó áram fenntartására. A (hegesztő)transzformátor nehezen követhető dinamikájának, a terhelésváltozással járó tranzienseinek figyelmen kívül hagyásával, a szinuszosan váltakozó tápfeszültség ($u_0 = U_2 \sin \omega t$) akkor képes az ívgyújtásra, ha értéke eléri az adott feltételek mellett szükséges gyújtófeszültség (U_{gy}) nagyságát (1. ábra). Hegesztésre optimalizált transzformátor elegendő fáziskéséssel váltakozó áramának iránya éppen abban a pillanatban változik meg (történik meg a kommutációja), amikor az ív újra gyújtásához elegendő nagyságú a transzformátor feszültsége. Az ívfeszültség (u_{iv}) értéke a rajta átfolyó, jelentős mértékben a transzformátor (a már említett szórással beállított) belső induktivitásának mágneses energiája által fenntartott hegesztőáram (i) okozta feszültségesés. A kommutáció pillanatában, amikor az áram értéke szükségszerűen 0, értelemszerűen az ívfeszültség is 0 értéket vesz fel, azaz az ív kialszik. Újra gyújtásának (immár megváltozott polaritás mellett) az a feltétele, hogy a kommutáció pillanatában a transzformátor már korábban megváltozott polaritású feszültsége ($u_0 = U_2 \sin \omega t$) legyen nagyobb az ívgyújtáshoz szükségesnél (U_{gy}). Az áram megfelelő mértékű fáziskésése következtében ez be is következik (1. az 1. ábrán).

Fontos, hogy az ív, kommutációt követő újra gyújtásának feltételei nem azonosak a két félperiódusban. Ennek az az oka, hogy a katódemisszió feltételei különböznek. Leolvadó elektróda esetén mindkét póluson (az elektróda és a hegfürdő) ún. *hideg* (elektron) emisszió valósul meg, melynek energiaigénye, amelyet a katódesséssel fejezünk ki, csak kis mértékben különbözik. Volfrámelektrodás hegesztésnél azonban a nem leolvadó W-elektro-



1. ábra. Ideális, $u_0 = U_2 \sin \omega t$ feszültségű transzformátorral fenntartott váltakozó áramú ív feszültsége (u_{iv}) és árama (i)

dán megvalósuló ún. *termikus* (elektromisszió miatt az elektróda negatív félperiódusban lényegesen kisebb feszültség (u_0) is elegendő az ív újra gyújtásához, mint az ellentétes polaritású fázisban, vagyis ebben a félperiódusban tovább ég az ív (nagyobb lesz az áram átlagértéke), ez az oka az ív jelentős egyenirányító hatásának, azaz – más kifejezéssel – a váltakozó áram *egyenáramú komponensének*, melynek kezelése komoly nehézségeket jelentett annak idején: méretes kondenzátor telepek szolgálták az egyenáramú komponens szűrésére, amit különösen a transzformátor hatásfokának növelése indokolt.

Talán nem felesleges dr. Balogh András történelmi visszatekintését [1] azzal kiegészíteni, hogy a váltakozó áramú ívhegesztés elterjedése nem választható el a váltakozó áramú hálózatok kialakulásától. Az 1910-es években az volt a jellemző, hogy a villamos energiát lokális, gőzgéppel hajtott egyenáramú dinamóval állították elő (lásd: *áramfejlesztő telepek*). A villamos energia elosztását lehetővé tévő váltakozó áramú technológia a Ganz Vasöntőde és Gépgyárban, 1878-ban alapított Elektrotechnikai osztályon folyó fejlesztés nyomán, a Bláthy Ottó, Déri Miksa és Zipernovszky Károly által szabadalmaztatott „párhuzamosan kapcsolt transzformátorokkal működő nagyfeszültségű energia elosztó rendszer” alapján vált lehetővé, és amelynek terjedésében a századforduló idején a Ganz gyár jelentős üzleti eredményeket ért el. Budapesten – egyáltalán nem lemaradva a világtól – az 1930-as évekre vált széles körben elérhetővé a váltakozó áramú ellátás a nagy teljesítményű erőművekben előállított, hatékony elosztó rendszeren keresztül [2].

Váltakozó polaritású hegesztés

A váltakozó áramú hegesztés villamos tulajdonságait a hegesztőtranszformátorok működésén és tulajdonságain keresztül bemutató megközelítés nem alkalmas az elektronikus áramforrások tulajdonságainak vizsgálatára [8]. Megkülönböztetésként a transzformátoros hegesztő áramforrásokat (így a transzformátorokat is) hagyományos áramforrásként definiáljuk, és ezekre érvényesek az elektrotechnikai tárgyalási mód megállapításai.

Az elektronikus áramforrásokkal megvalósított „váltakozó áramú” kimenet azonban nem teljesíti a hagyományos

mányos gépekre megállapított feltételeket, mert:

- a kimenet nem szinuszosan váltakozó polaritású feszültség, hanem teljesítménymodulációval célszerűen képzett hullámforma [3];
- a kimenet polaritásváltásainak frekvenciája független a hálózati frekvenciától;
- az áram „hullámalakja” és nagysága az egyes félperiódusokban egymástól függetlenül változtatható.

A 2. ábrán a váltakozó áramú TIG-hegesztéshez használt áramforrások három – jól megkülönböztethető – változata követhető. A transzformátoros áramforrás (kvázi) szinuszos áramával járó ívstabilitási gondok és az egyenáramú komponens kezelésére jó megoldás volt a tirisztoros váltóirányítóval megvalósítható, ún. „négyzetgöghullámos” kimenet. Az ilyen áramforrások még hagyományos áramforrásként definiálhatók, a kimenet (ha nem is szinuszos, de) a hálózati frekvenciával változtatja a polaritását. A tirisztoros váltóirányító segítségével változtatható a két félperiódus árama, így kezelhető az egyenáramú komponens szűrése, sőt viszonylag tág határok között (legfeljebb 30 – 70 % arányban) változtatható a két félperiódus teljesítménye, amit elterjedt néven „ívbalansz”-ként használunk, és – alumínium hegesztésekor – beállíthatjuk vele az oxidtörő képesség (EP: elektróda pozitív) és a beolvadás (EN: elektróda negatív) közötti, kívánt egyensúlyt.

Az elektronikus áramforrásokhoz használt (tranzisztoros) áramirányító kapcsolások alkalmasak a hullámalak és a frekvencia változtatására, a hullámalak irányítására (2. ábra) és ezzel megfelelnek a teljesítménymodulációs

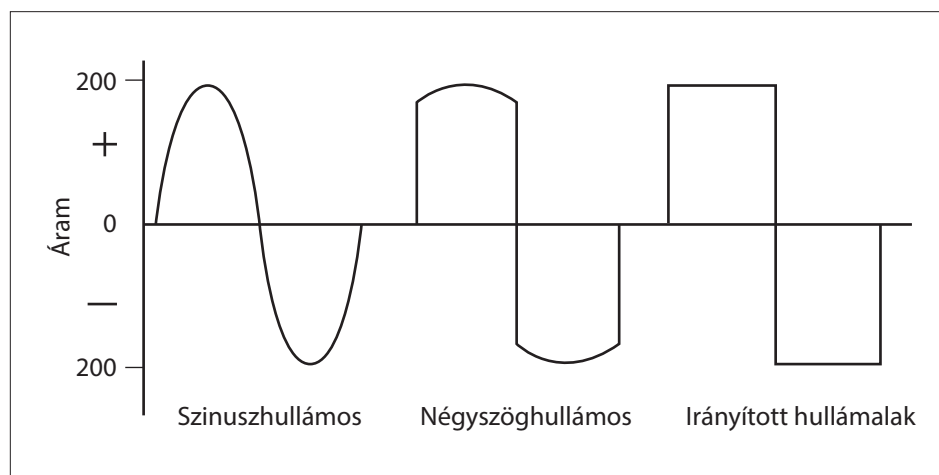
hegesztés meghatározásának [4]. Alkalmazásuk mindkét említett eljárás számára új lehetőségeket kínál, beleértve az egyenáramú, impulzusos, volfrámelektrodás, védőgázos hegesztés frekvenciatartományának lényeges kiterjesztését (*DC pulsing*), a hagyományos, 1 Hz körüli értékről a 10 - 15 kHz-es tartományra, illetve – ami tárgyunk szempontjából fontos – a váltakozó polaritású kimenet

- frekvenciáját (*AC Output Frequency*),
- a polaritás balansz irányítását (*AC Balance Control*),
- az adott polaritási szakasz amplitúdó vezérlését (*Amplitude Control*), illetve
- a hullámalak formálását (*Waveform Control*) [3].

A hagyományos áramforrás (transzformátor) és az elektronikus áramforrás feszültségének és áramának mérése sokáig és sokaknak okozott nehézséget (pl. [5], [6], [7]).

E folyóiratban – a teljesítménymodulációs hegesztés hőbevitelének mérése kapcsán – már foglalkoztunk a villamos ív teljesítményének mérésével [8]. Jeleztük, hogy a hagyományos áramforrások kimeneti feszültségének és áramának mérésére alkalmazott mérési modell nem alkalmazható a teljesítménymodulációs hegesztés feszültségének és áramának (a teljesítményének) a mérésére.

A hagyományos áramforrások kimenetéről (méréstechnikai megfontolásból) az egyenfeszültségű kimenet áramát sima egyenáramnak, a váltakozó feszültségű áramot pedig a feszültséggel fázisban lévő, szinuszos áramnak tekintjük, és ezen az alapon elfogadjuk a Deprez műszerek működésére jellemző mérési modelleket (egyená-



2. ábra. Váltakozó áramú kimenetek változatai. A szinuszhullámos a négyzetgöghullámos konvencionális, az irányított pedig csak elektronikus áramforrással lehetséges ([3] alapján).

ramra az ún. kémiai modellt, a szinuszos váltakozó feszültség által hatásos ellenálláson hajtott áramának a hőhatáson alapuló négyzetes középértékét, az effektív értéket). Természetesen valós hegesztési feltételek között e modellek feltételei csak részben teljesülnek. Egyenáram esetén az adott eljárásra jellemző feszültség- és áramlefutások alakulnak ki, pl. huzalelektrodás eljárásoknál az anyagátvitel által vezérelt jellegzetes hullámalakok. Minthogy egy-egy alkalmazásban lényegében egyforma eltéréssel számolhatunk a mérési modell feltételeitől, feltételezzük, hogy a mérési hibák is egyformák, így az eredmények összehasonlíthatók.

Más a helyzet a teljesítménymodulációs eljárásoknál, amelyek, éppen a hullámalak tudatos alakításával érik el a kívánt technológiai hatást, így a mérési hiba mértéke függ az adott alkalmazástól, így, a hagyományos kémiai vagy hőegyenértékre épülő mérési modellel végzett mérési eredmények hibája jelentősen eltérő lesz, azaz nem hasonlíthatók össze. Ezért az elektronikus áramforrások esetén nem ajánlott az ilyen műszerek alkalmazása. Az elektronikus áramforrások folyamatisztításához nélkülözhetetlen az áram folyamatos mérése, amely – tekintettel annak nagy dinamikájára, csak alkalmas áramszenzorokkal és megfelelően nagy frekvenciával végzett mintavételezéssel (kvantálás) le-

hetséges. Tapasztalat szerint az ilyen áramforrások feszültség- és árammérő kijelzői korrekt értéket mutatnak. Nehézségek az áramforrás hagyományos érvényesítő ellenőrzését, validálását végzik a vonatkozó (ma még érvényes) MSZ EN 50504 szabvány szerint.

Összefoglalva, az elektronikus áramforrásokkal megvalósított váltakozó polaritású hegesztés sem technológiai tulajdonságaiban, sem pedig a teljesítménymérés módszerében nem tekinthető azonosnak. Indokolt tehát, ha megnevezésükben is megkülönböztetjük őket. A hagyományos áramforrással (hegesztőtranszformátorral) végzett váltakozó polaritású hegesztést indokolt váltakozóáramú hegesztésnek (*AC welding*) nevezni, és akkor ezen értsük azt, hogy az ívet szinuszosan váltakozó feszültség tartja fenn, és a hegesztőáram fáziseltolása (és vele a mérési hibája) kis eltérésekkel egyformának tekinthető.

Az elektronikus áramforrásokkal lehetséges eltérő frekvenciájú és hullámalakú váltakozó polaritású hegesztés (VP Welding) megnevezést tartjuk meg a teljesítménymodulációs hegesztések leírására, azzal a megjegyzéssel, hogy ezekhez az elfogadott mérési modellel a kvantálásra épülő matematikai.

Irodalom

- [1] Dr. Balogh András: Váltakozó áramú hegesztés. mint a szakaszos energi-

abevitelű hegesztés őse. Hegesztéstechnika XXIX. évfolyam 2018/1. P 51–53.

- [2] Dr. Jeszenszky Sándor, dr. Kiss László Iván: Budapest hálózatépítésének kezdetei – egyidejűleg két áramnemmel. 12. VDE – FEL CVUT Konferencia. Prága, 2014. november 9–12. ([http://www.mee.hu/files/files/bp_halozatepit_kezd_ea_\(praga_2014_11_\).pdf](http://www.mee.hu/files/files/bp_halozatepit_kezd_ea_(praga_2014_11_).pdf))
- [3] Guidelines for Gas Tungsten Inert Gas Welding. Miller 215994F. www.millerwelds.com
- [4] ISO/TR 14891:2015 Welding and allied processes – Guidelines for measurement of welding energies
- [5] Dr. Mohácsi Gábor: Váltakozó áramú ív-hullámformák és gyakorlati tapasztalatai az alumínium hegesztés területén, Hegesztéstechnika XXV. évf. 2014. 1. szám.
- [6] Dr. Mohácsi Gábor: Váltakozó áramú hegesztőív-hullámformák áramerősség mérésének problémaköre, Hegesztéstechnika XXV. évf. 2014. 3. szám.
- [7] Parrag Péter: A polaritás hatása a varratképzésre védőgázos ívhegesztéseknél, Szakdolgozat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudományi és Technológiai Tanszékén, Budapest, 2016.
- [8] Kristóf Csaba: Ívhegesztés hőbevitelének meghatározása és mérése. Hegesztéstechnika XXVIII. évfolyam 2017/3. P 29–36.

Kristóf Csaba, MAHEG

BÁRMELY HEGESZTŐ KÜLSŐ KARJA LEHET

A CoWelder egy komplett, minden alkatrészt tartalmazó hegesztőrobot megoldás, amely a meglévő gyártósorba szerelhető. A munkadarabok gyártását a mennyiségtől és a gyártás gyakoriságától függetlenül hatékonyabbá teszi.

A rugalmas és könnyen programozható cobottal megnövelheti a munka hatékonyságát a szakképzett hegesztők felszabadításával, akik eközben más feladatokat végezhetnek, ami idő- és költségmegtakarítással jár.



MIGATRONIC
WELDING VALUE

SIGMA SELECT - HOGY MEGFELELJEN A JÖVŐNEK

A moduláris felépítésű hegesztőgép képes átalakulni, hogy a különféle gyártási igényeknek megfeleljen. Csak új programokat és hegesztési funkciókat kell hozzáadnunk.

A Sigma Select a jövő megoldása, a módosítható beállításoknak köszönhetően éveken át képes lesz megfelelni az Ön üzemében előforduló hegesztési kihívásoknak.



Migatronik Kft.
6000 Kecskemét, Szent Miklós u. 17/A
Tel.: 06-76-505-969
Mobil: 06-30-9559-012
Mobil: 06-30-3535-403
info@migatronik.hu
migatronik.hu



Hartford Steam Boiler



Risk Solutions

Global Inspection and Engineering Services CE / ASME / PED / AD2000 / WPQ/WOPQ / PQR

Boiler and Pressure Vessel Inspection Specialists in codes, standards and certifications globally.

Hartford Steam Boiler offers a wide range of inspection services for owners and fabricators of boilers, pressure equipment, nuclear components, process and power plants. Established in 1866, Hartford Steam Boiler provided engineering services to users of steam powered equipment. Today, Hartford Steam Boiler has grown to be a worldwide leader in the interpretation and application of boiler and pressure vessel codes, standards, directives and customer specifications. With local representation and jurisdictional experience, Hartford Steam Boiler provides virtually every aspect of pressure equipment inspection and certification globally.

Our Services:

Authorized Inspection Agency

Hartford Steam Boiler is the largest Authorized Inspection Agency (AIA) accredited by the American Society of Mechanical Engineers (ASME). We provide pressure equipment inspections and engineering services to manufacturers, owners and operators of pressure equipment. ASME Code Symbol-stamped boilers and vessels are used in industries such as power generation (non-nuclear and nuclear), chemicals, food processing and refining.

Services: ASME Boiler and Pressure Vessel Codes for new construction National Board Inspection Codes for repair and alteration

Pressure Equipment Directive 2014/68/EU - Notified Body #2561

Hartford Steam Boiler is able to offer Notified Body services to manufacturers shipping vessels to the EEA.

Services: Design Review, Material Certification, Joining Procedure, Performance Qualifications, Conformity Assessment and local PED inspection services and Auditing.

Third Party Inspection

Hartford Steam Boiler provides independent Third Party Inspection services of pressure equipment built to a recognized code, standard, regulation or client defined specification.

Services: Monitoring of Fabrication, Witnessing of Pressure Tests, Supplier and Vendor Surveillance, Expediting, Witnessing of Material Evaluation and Control, Design Verification.

Certifications: EN ISO 9606/14732 and/or ASME Section IX, EN ISO 15614 and/or ASME Section IX, AD 2000, EN ISO 3834, EN 1090

International Codes

IBR (Indian Boiler Regulation)
KEPIC (Korea Electric Power Industry Code)
MHLW (Japan Ministry of Health, Labor and Welfare)
MOM (Singapore Ministry of Manpower)
DOSH (Malaysia Department of Occupational Safety and Health)

In-house training seminars: ASME (manufacturing, welding and NDE sections) and PED

Europe / Middle East / Africa (EMEA)

England:	Germany:	Hungary:
+44-0-1618329402	+49-5971-914360	+36-20-361-6244
		email: zsolt_kosa@hsb.com

www.munichre.com/HSB/global-inspection

Dr. Jármay Károly*, Petrik Máté**

A hegesztett aszimmetrikus I-gerendák optimális kialakítása a minimális hegesztési vetemedés érdekében

Absztrakt

Az aszimmetrikus I-gerendák optimális méreteinek meghatározására a minimális vetemedés figyelembevételével egy számítási rendszert fejlesztettek ki. A célfüggvény a minimális tömeg, az ismeretlenek az I-tartó méretei, a méretezési feltételek a feszültség, a lokális lehajlás és a stabilitás. Különböző acélfajtákat (235, 355, 460 MPa) és különböző alumíniumokat (90, 155, 240 MPa) vettünk figyelembe. Változtattuk az anyagot, a hosszt és a terhelést. Megmutatjuk, hogy az optimális kialakítással csökkenthető a hegesztési vetemedés az előhajlítással és anyagköltséget is lehet megtakarítani.

Kulcsszavak: hegesztett szerkezetek, optimalítás, hegesztési vetemedés, acél és alumínium

Bevezetés

Ha az acélszerkezeteket hegesztéssel állítják elő, a nagy hőbevitel és az azt követő hűlés következtében deformációk és hegesztési maradékfeszültségek fordulhatnak elő [1]. A hegesztési folyamat jelentős maradó feszültségeket és alakváltozásokat eredményezhet az acélszerkezetekben [2, 3].

A maradó feszültségek és a kezdeti alakpontatlanság jelentősen befolyásolhatják a szerkezet viselkedését változó terhelés esetén [4]. Jól ismert, hogy a hegesztésből eredő kezdeti alakpontatlanságok csökkentik a szerkezet szilárdságát. Számos cikket publikáltak az optimalásról a valószínűségi megközelítéssel, topológia optimalással [5, 6], de a hegesztési vetemedés mindezek mellett is nagyon jelentős hatással van a szerkezetre [7].

Annak ellenére, hogy a múltban számos erőfeszítést tettek a lemezpanelek vetemedésének kifejtésére figyelembevéve a kísérleti eredményeket valós szerkezeteknél, elmondható, hogy az elméleti szempontból viszonylag kevés vizsgálat történt. A lemezpanel hegesztési vetemedésének gyakorlati becslési megállapítását Okerblom végezte [8, 9]. A vizsgálatok és a javaslatok régebbiek, de a közelítő alkalmazásuk megfelelőnek bizonyult.

Egyszerű példák a termoelaszticitásra

Feltételezzük, hogy:

- a hőtágulási együttható és a Young-féle rugalmassági modulus független a hőmérséklettől,
- az alakváltozások a rugalmas tartományban vannak, a Hooke-törvény érvényes,
- a gerenda keresztmetszetei a hajlás után síkban lesznek,
- a keresztmetszet prizmatikus,
- a gerenda egy anyagból készül,
- a hőeloszlás egyenletes a tartó hosszában és az egyensúlyi állapotban.

A hosszváltozás (ΔL) és az alakváltozás (w_{max}) a szabadon felfekvő tartónál az 1. ábrán látható lineáris hőeloszlás esetén:

A nyúlás a súlypontban $\varepsilon_G = \alpha_o T_{es} = \alpha_o (T_{e1} - \Delta T_e e_1/h)$. Itt $\Delta T_e = T_{e1} - T_{e2}$ a hőmérséklet különbség és α_o a hőtágulási együttható. A hosszváltozás (ΔL) amit a hőtágulás okoz $\Delta L = \varepsilon_G L$. A hőmérséklet eloszlás nem egyenletes a keresztmetszetben, így görbület alakul ki a tartónál. A görbületi sugár ρ_o .

$$\text{A görbület } C = \frac{1}{\rho_o} = \frac{\alpha_o \Delta T_e}{h}.$$

Összefüggés van a görbületi sugár és a hajlítónyomaték között

$$\frac{1}{\rho_o} = \frac{M}{EI}.$$

A görbületet tekinthetjük úgy, mint egy rugalmas súlyterhelés által okozott hatást

$$M = \frac{\alpha_o \Delta T_e EI_x}{h}.$$

Az elfordulási szög

$$\varphi(z) = \frac{M}{EI_x} \left(\frac{L}{2} - z \right),$$

így a maximális érték

$$\varphi_{max} = \frac{CL}{2}.$$

Az alakváltozás

$$w(z) = \frac{M}{2EI_x} (Lz - z^2),$$

így a maximális érték

$$w_{max} = \frac{CL^2}{8}.$$

Feltételezzük, hogy a keresztmetszet síkbeli marad, a keresztmetszetben csak lineáris nyúlás lehet. Ezt a lineáris nyúlást a súlypont nyúlása és a gerenda görbülete adja meg: $\varepsilon = \varepsilon_G + Cy$. Az elméleti hőterhelés általi nyúlás és a lineáris nyúlás közötti különbségek a okozzák feszültségeket:

$$\sigma = E\varepsilon = E\{\varepsilon_G + Cy - \alpha_o T_e(y)\} \quad (1)$$

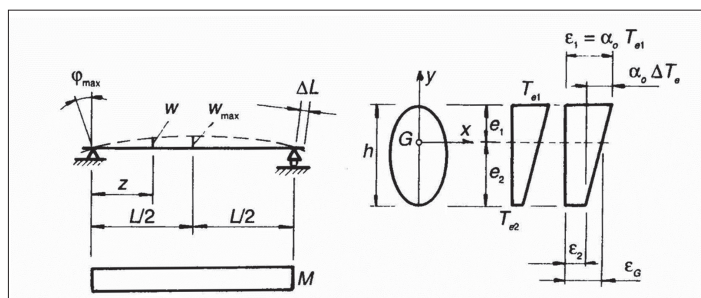
A tartóra nem hat külső terhelés, így a termikus különbség okozta belső feszültségek egyensúlyban vannak,

$$\int_A \sigma dA = 0 \quad \text{és} \quad \int_A \sigma y dA = 0 \quad (2)$$

Behelyettesítve (1)-et (2)-be, a következőt kapjuk

$$\varepsilon_G = \frac{1}{A} \int_A \alpha_o T_e(y) t(y) dy \quad \text{és} \quad C = \frac{1}{I_x} \int_A \alpha_o T_e(y) y t(y) dy \quad (3)$$

Ha a vastagság állandó, $t(y) = t$ definiálhatjuk a hőimpulzust A_T a következő módon



1. ábra. A tartó alakváltozása lineáris hőmérséklet eloszlás esetén

$$A_T = \int_{e_1}^{e_2} \alpha_o T_e(y) dy \quad (4)$$

A hőimpulzus nyomatéka a következő:

$$A_T y_T = \int_{e_1}^{e_2} \alpha_o T_e(y) y dy \quad (5)$$

Ezen definíciók felhasználásával a súlypont nyúlása és a görbület a következőképpen határozható meg:

$$\varepsilon_G = \frac{A_T t}{A} \quad (6)$$

$$C = \frac{A_T t y_T}{I_x} \quad (7)$$

Az Okerblom-féle analízis

Ha egy szerkezeti részt hegesztünk, akkor az a hegesztés tengelye mentén bekövetkező termikus vetemedés következtében torzul. Például egy tompa T-kötéses rúdszakasz lerövidül (ΔL) és lehajlik (w_{max}). A kísérletek azt mutatják, hogy az Okerblom elemzése kiváló előrejelzéseket ad a hegesztés mentén bekövetkező hosszirányú eltérésekre [8, 9]. Vannak más kutatások a jobb közelítés meghatározásához [10, 11, 12], de az Okerblom elemzése egyszerűbb.

Lényegében az Okerblom a mozgó hőforrások analitikai hőátadási elméletét használja fel a hegesztés körüli hőterhelés és feszültségeloszlás megállapításához. Az Okerblom elemzésének elsődleges célja, hogy megjósolja a gerenda vetemedés (ΔL) és az alakváltozást (w) az 1. ábrán látható módon.

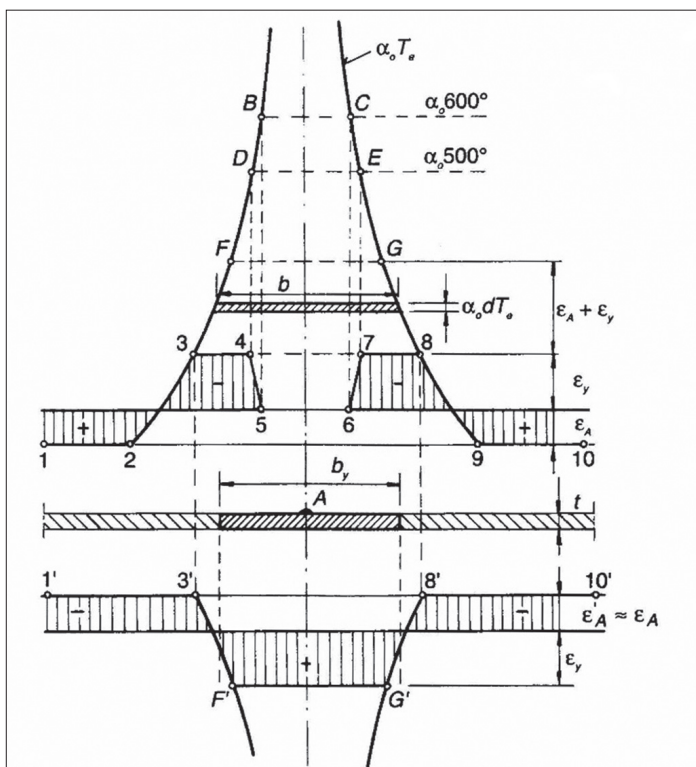
Az Okerblom elemzésében az anyag lineárisan rugalmas és ideálisan képlékeny. A folyáshatár 500 C°-ig állandó, 500 és 600 C° között nullára csökken. Ha a hőmérséklet 600 C°-nál nagyobb, akkor nincs mérhető feszültség az anyagban.

A T_e hőmérséklet Okerblom által javasolt közelítése a következő:

$$T_e = \frac{0.4840 Q_T}{c_o \rho t y} \quad (8)$$

ahol c_o a fajhő, ρ az anyag sűrűsége, t a lemez vastagsága.

A hőimpulzust a 2. ábra szerint lehet kiszámítani. A diagramot az 1-10 pontok adják meg, amik mutatják a feszültségeloszlást a hegesztés során. Ez a B és C pontok vetítésével érhető el az ε_A vonalra, amely a szerkezet hegesztés közbeni rugalmas alakváltozása miatt következik be. A B és C pontokat a 600° α vonal határozza meg, így az 5 és 6



2. ábra A hő hatására bekövetkező nyúlás hatása hegesztés során és után

pont között nincsenek feszültségek. A 3-4 és a 7-8 pontokat az ε_A vonallal párhuzamos vonallal nyerjük ε_y távolságra, a vonal és az 500° α pont által meghatározott D és E pontok vetítésével. Látható, hogy a 3 és 8 pontok közötti hegesztés során képlékeny nyúlás keletkezik. Ezek a maradó nyúlások okozzák a hűtés után maradó feszültséget.

A hűtés utáni maradék feszültség-diagram a 3-as és 8-as kiemelkedő pontokat az 1'-10' alapvonalra érheti el. Figyelembe véve a hűtés során fellépő rugalmas alakváltozást $\varepsilon' \approx \varepsilon_A$ és az ε_y vonalat, az 1'-3'-F'-G'-8'-10' maradék feszültség diagramot kapjuk. A 3'-F'-G'-8' terület jellemzi az AT termikus vetemedés impulzust, ami a szerkezetben fennmaradó feszültségeket és deformációkat okozza.

Mivel a 3'-F' és a 8'-G' vonalrészei megegyeznek a 3-F és 8-G részekkel, az A_T kiszámítható a 3-F-G-8 terület meghatározásával hegesztés közben.

$$A_T = \int_{\varepsilon_A + \varepsilon_y}^{2(\varepsilon_A + \varepsilon_y)} b \alpha_o dT_e = \frac{0.4840 \alpha_o Q_T}{c_o \rho t} \int_{T_{e1}=(\varepsilon_A + \varepsilon_y)/\alpha_o}^{T_{e2}=2T_{e1}} \frac{dT_e}{T_e} \quad (9)$$

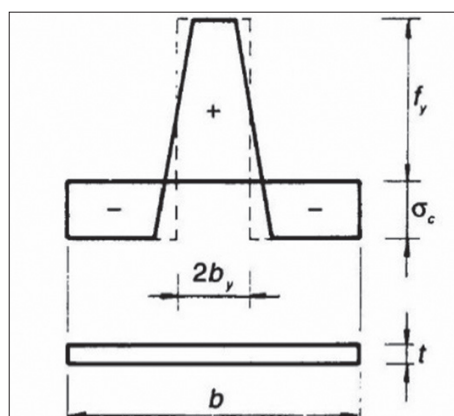
$$A_T = \frac{0.4840 \alpha_o Q_T}{c_o \rho t} \ln 2 = \frac{0.3355 \alpha_o Q_T}{c_o \rho t} \quad (10)$$

$$\text{ahol } Q_T = \eta_o \frac{UI}{v_w} = q_o A_w,$$

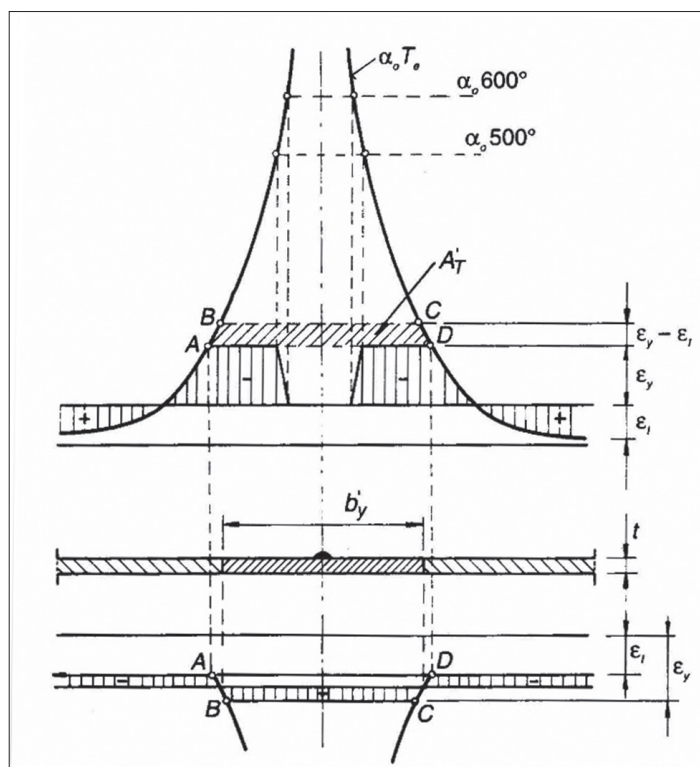
U az ívfeszültség, I az áramerősség, v_w hegesztési sebesség, c_o fajhő, η_o hatásfok, q_o a fajhő az egységnyi hegesztett kapcsol területre (1 mm²), A_w a varrat területe.

Normál szerkezeti acélra, ahol $\alpha_o = 12 \cdot 10^{-6}$ [1/C°], $c_o \rho = 4.77 \cdot 10^{-3}$ [J/mm³/C°], a hőimpulzus a következő:

$$A_T t \text{ [mm}^2\text{]} = 0.844 \cdot 10^{-3} Q_T \text{ [J / mm]}$$



3. ábra.
Hozzávetőleges
feszültségeloszlás a
lemez közepén lévő
egyszerű varratnál



4. ábra. A hő hatására bekövetkező nyúlás hatása hegesztés során és után, kezdeti alakváltozás esetén

Behelyettesítve (10)-et a (7)-es egyenletbe, kapjuk az Okerblom formulát.

$$\varepsilon_G = \frac{A_T t}{A} = -0.844 \cdot 10^{-3} \frac{Q_T}{A} \quad (11)$$

A minuszjel a vetemedés összehúzó hatását jelzi.

$$C = \frac{A_T t y_T}{I_x} = -0.844 \cdot 10^{-3} \frac{Q_T y_T}{I_x} \quad (12)$$

A külpontosság y_T és a görbület C eltérő előjelű.

A rugalmas nyúlás a varratban meghatározható az előző két képlettel

$$\varepsilon_A = \varepsilon_G + C y_T \quad (13)$$

A képlékeny zóna átlagos szélessége a varrat körül a következő:

$$b_y = \frac{A_T}{\varepsilon_A + \varepsilon_y} \quad (14)$$

A varratnál a maradó feszültség értéke hegesztés után folyáshatár nagyságrendű. A képlékeny zóna területe:

$$A_y = b_y t = \frac{A_T t}{\varepsilon_A + \varepsilon_y} \quad (15)$$

Felhasználva a (6), (7) és (13) képleteket, a következőket kapjuk:

$$\frac{1}{A_y} = \frac{1}{A} + \frac{y_T^2}{I_x} + \frac{\varepsilon_y}{A_T t} \quad (16)$$

Ha nem alakul ki görbeség a tartónál a hegesztés során, mint például szimmetrikus elrendezésű varratok hegesztése esetén a súlypont két oldalán, akkor a képlékeny zóna területe (16)-nak megfelelően:

$$\frac{1}{A_y} = \frac{1}{A} + \frac{\varepsilon_y}{A_T t} \quad (17)$$

Acélokra

$$\frac{1}{A_y} = \frac{1}{A} + \frac{y_T^2}{I_x} + \frac{14.3}{Q_T} \quad [\text{J, mm}] \quad (18)$$

Ha a szerkezet nagyon merev, akkor $\varepsilon_A = 0$, a képlékeny zóna területe:

$$\frac{1}{A_y} = \frac{\varepsilon_y}{A_T t} \quad (19)$$

Acélokra

$$A_y = \frac{Q_T}{1.43} \quad (20)$$

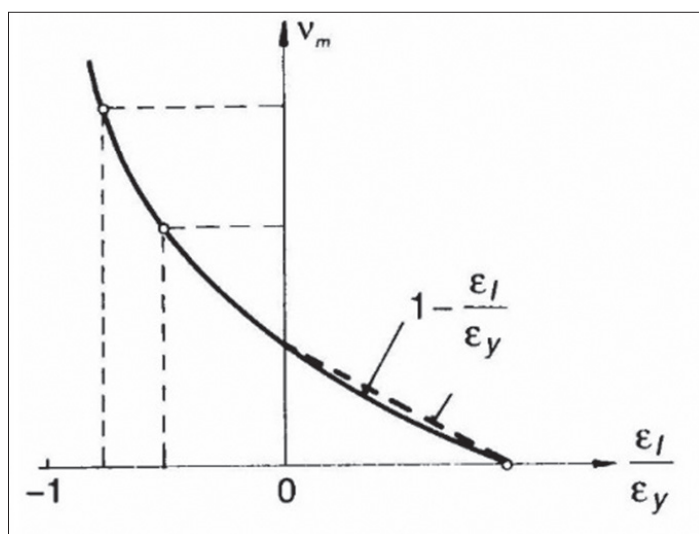
Az egyensúlyi a szelvénynél húzásra és nyomásra a 3. ábrának megfelelő eloszlású

$$(b - b_y) \sigma_c = b_y f_y \quad (21)$$

A kezdeti alakváltozás hatása

Az előző számításokban feltételeztük, hogy nincsenek kezdeti nyúlások és feszültségek a szerkezetben. A gyakorlatban a hegesztés előtt rendszerint vannak bizonyos nyúlások és feszültségek, vagy az előző hegesztések kezdeti nyúlásokat és feszültségeket okoznak a következő hegesztésnél. Az előmelegítés, a lángvágás és az előfeszítés ugyanolyan hatású.

A nyúlási diagram hasonló a 2. ábrához, kivéve a kezdeti húzásból eredő nyúlást ε_r . A 4. ábra a nyúlást mutatja a hegesztés során és után. A hegesztés utáni végleges deformációkat az $\varepsilon_y - \varepsilon_r$ különbség okozza. Az effektív zóna az ABCD pont között van. A hőimpulzus a következőképpen számítható ki:



5. ábra. Módosító tényező a kezdeti nyúlás függvényében

$$A'_T = \int_{\varepsilon_I + \varepsilon_y}^{2\varepsilon_y} b \alpha_o dT_e = \frac{0.4840 \alpha_o Q_T}{c_o \rho t} \int_{T_{e1} = (\varepsilon_I + \varepsilon_y)/\alpha_o}^{T_{e2} = 2\varepsilon_y/\alpha_o} \frac{dT_e}{T_e} \quad (22)$$

$$A'_T = \frac{0.4840 \alpha_o Q_T}{c_o \rho t} \ln \frac{2\varepsilon_y}{\varepsilon_y + \varepsilon_I} \quad (23)$$

A kezdeti alakváltozás hatását egy úgynevezett módosító tényezővel v_m számíthatjuk, ami a hőimpulzusok arányát jelenti kezdeti alakpontatlansággal és anélkül.

$$v_m = \frac{A'_T}{A_T} = 1 - \frac{\ln(1 + \frac{\varepsilon_I}{\varepsilon_y})}{\ln 2} \approx 1 - \frac{\varepsilon_I}{\varepsilon_y} \quad (24)$$

A közelítő formula érvényes, ha $\frac{\varepsilon_I}{\varepsilon_y} \geq 0$.

A 4. ábra mutatja a v_m értékét az $\frac{\varepsilon_I}{\varepsilon_y}$ arány függvényében. Kezdeti alakpontatlanság nélkül nincs szükség módosításra, tehát ha $\varepsilon_I = 0$, akkor $v_m = 1$. Ha a rugalmas tartományon húzás van, $0 < \varepsilon_I < \varepsilon_y$, akkor $1 > v_m > 0$. Ha a kezdeti nyúlás egyenlő a folyáshatárhoz tartozó nyúlással, $\varepsilon_I = \varepsilon_y$, $v_m = 0$, akkor nincs maradó feszültség és deformáció hegesztés után. Ha a kezdeti alakváltozás negatív (nyomás esetén), $\varepsilon_I < 0$, $v_m > 1$, ami azt jelenti, hogy a nyúlás megnőtt az eredetihez képest és ekkor a közelítő formula nem alkalmazható.

A hőimpulzus nagysága a hőhatásból a 4. ábra alapján $A'_T = b_y (\varepsilon_y - \varepsilon_I)$ (25)

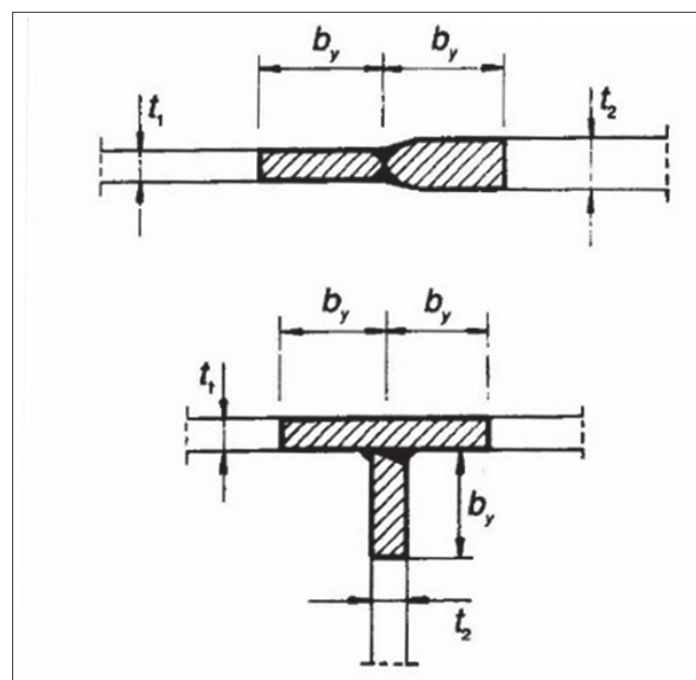
a képlékeny zóna területe a 6. ábra alapján

$$A'_y = b_y t = \frac{A'_T t}{\varepsilon_y - \varepsilon_I} = \frac{v_m A_T t}{\varepsilon_y - \varepsilon_I} \quad (26)$$

ha $\varepsilon_I > 0$ akkor $A'_y = \frac{A_T t}{\varepsilon_y}$

szerint számítható, ami normál szerkezeti acél esetén

$$A'_y = \frac{Q_T}{1.43} \quad (\text{J, mm})$$



6. ábra: A képlékeny zóna területe

A maradó feszültségek csökkentése

Többféle módszer létezik a hegesztett szerkezetek maradó feszültségeinek csökkentésére [13,14], melyek a következők lehetnek:

Feszültségcsökkentő módszerek a tervezés szakaszában:

- az alkalmazott szelvény szimmetrikus a tömegközéppontra,
- szimmetrikus varratok,
- megfelelő hegesztési sorrend,
- a hegesztési paraméterek megfelelő megválasztása,
- befogott állapotban történő hegesztés,
- rugalmasan előhajlított állapotban történő hegesztés.

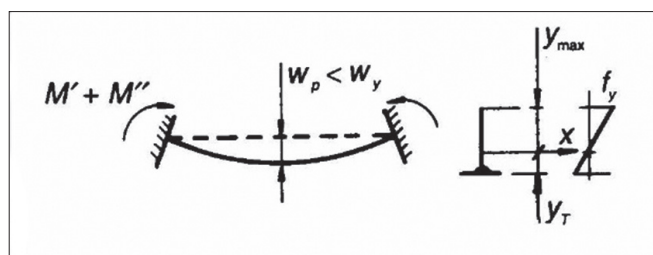
A deformáció értéke sokkal nagyobb, ha a keresztmetszet aszimmetrikus vagy a hegesztett kötés csak a keresztmetszet egyik oldalán van. Az ellentétes oldalon lévő varrat csökkenti a deformációt. A hegesztés sorrendje is jelentős hatással bír a szerkezet végső deformációjára nézve. Ez a deformáció olyan sorrenddel érhető el, ha a súlyponthoz legközelebb eső varrattal kezdődik a hegesztés és a vele ellentétes oldalon lévővel folytatódik. A hegesztési paraméterek megválasztása is fontos szempont, melyek közé a feszültség, áramerősség és a hegesztési sebesség tartozik. A különböző varratok különböző hőbevitellel történő kialakítása is csökkentheti a deformáció értékét. Ebben a tanulmányban az előhajlítás témakörével foglalkoztunk a vete-medés kiküszöbölése érdekében.

Hegesztés rugalmasan előhajlított állapotban, befogott állapotban

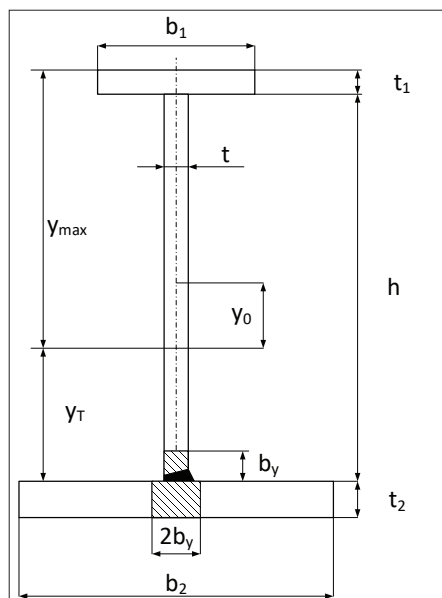
A gyártási sorrend: összefűzés, előhajlítás, befogás, hegesztés, feloldás (7. ábra).

Annak érdekében, hogy elkerüljük a nagy deformációkat, az előhajlítás nyomatóka ne legyen nagyobb, mint a folyáshatárhoz tartozó előhajlítási érték.

$$M_y = \frac{f_y I_x}{y_{\max}} \quad (27)$$



7. ábra: Hegesztés rugalmasan előhajlított állapotban, szorítóeszközben



8. ábra: A hegesztett I-szelvény keresztmetszete

Az M_y által okozott görbületi sugar és deformáció értéke

$$C_y = \frac{M_y}{EI_x}, \quad w_y = \varepsilon_y \frac{L^2}{8y_{\max}} \quad (28)$$

Az előhajlításból származó $w_p < w_y$ deformáció húzó feszültséget okoz a hosszanti varrat helyén a hegesztés elvégzése előtt

$$\varepsilon_p = C_p y_T = w_p \frac{8y_T}{L^2} \quad (29)$$

ahol a megfelelő módosító tényező

$$\nu_m = 1 - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_y} \quad (30)$$

A hegesztés után a gerenda egyenességének megtartásához szükséges hajlítónyomaték két részből áll:

- az előhajlításához szükséges nyomatékból

$$M' = I_\xi EC_p = 8w_p \frac{EI_\xi}{L^2} \quad (31)$$

- valamint a maradó feszültségek ellen ható nyomatékból

$$M'' = \nu_m I_\xi EC = 8\nu_m w \frac{EI_\xi}{L^2} \quad (32)$$

Ezek a nyomatékok pontosan ellentétesek a feloldáskor ébredő feszültségekkel, ezért csökkentik a deformáció értékét,

XXX. évfolyam 2019/1

$$M = M' + M'' = I_\xi EC_p + \nu_m I_\xi EC \quad (33)$$

így a végső maradó alakváltozás a következő összefüggésekkel határozható meg:

$$w_f = w - w_p = \frac{M' + M''}{8EI_x} L^2 - w_p \quad (34)$$

$$w_f = (w_p + \nu_m w) \frac{I_\xi}{I_x} - w_p \quad (35)$$

$$\text{ahol } \nu_m = 1 - \frac{8w_p y_T}{L^2 \varepsilon_y}$$

- I_x a rugalmasan szelvény másodrendű nyomatéka,
- I_ξ a rugalmasan szelvény másodrendű nyomatéka, a képlekeny tartomány értékével csökkentve,
- C a gerenda görbülete, melyet a szabad állapotban történő hegesztés okozna,
- ν_m a korrekciós tényező, a (24) képlet szerint.

A w_p előhajlítás értéke, mely a hegesztési deformációk teljes megszüntetéséhez szükséges a $w_f = 0$ feltételből számítható.

$$w_p = \frac{w}{\frac{I_x}{I_\xi} + \frac{8y_T w}{L^2 \varepsilon_y} - 1} \quad (36)$$

Numerikus számítási példák szorítóeszközben, előhajlított állapotban történő hegesztésre

Tekintsük a 8. ábrán látható aszimmetrikus I-szelvényt.

Ezen a keresztmetszeten egy hegesztési varrat található.

A szelvényre vonatkozó a következő paraméterek adottak:

A szelvény hossza L [m], 5–10 m között,

A diszkrét erő nagysága F [N], 10000–100000 N között,

Rugalmassági modulus E [MPa], 210 GPa acélokra, 70 GPa

alumíniumra,

Folyáshatár f_y [MPa], acélokra 235–460 MPa, alumíniumra 80–230 MPa,

Az alapanyag sűrűsége ρ [kg/m³], 7850 kg/m³ acélra, 2700 kg/m³ alumíniumra,

Fajhő c [J/kgK], $c = 510$ J/kgK acélra, $c = 910$ J/kgK alumíniumra,

Hőtágulási együttható α [1/K], $\alpha = 11 \cdot 10^{-6}$ 1/K acélra, $\alpha = 22 \cdot 10^{-6}$ 1/K alumíniumra.

A keresztmetszetre vonatkozó geometriai paraméterek:

b_1 a felső övlemez szélessége,

t_1 a felső övlemez falvastagsága,

h a gerinclemez magassága,

t_a a gerinclemez falvastagsága,

b_2 az alsó övlemez szélessége,

t_2 az alsó övlemez falvastagsága,

Számítási adatok:

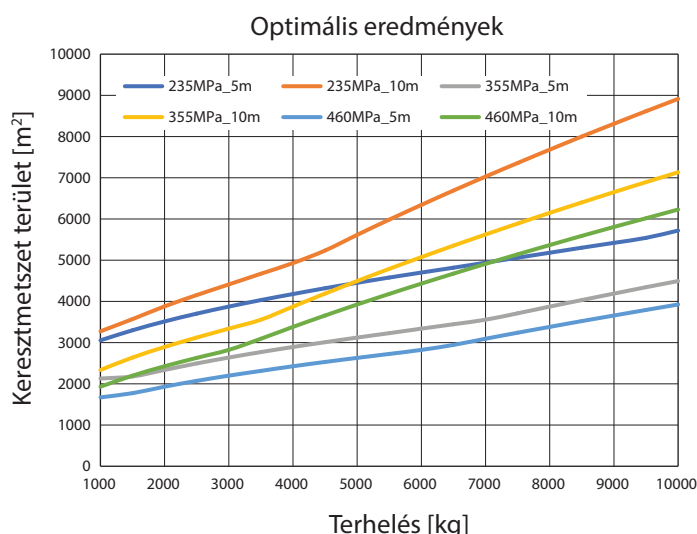
$L = 10$ m

$F = 98100$ N

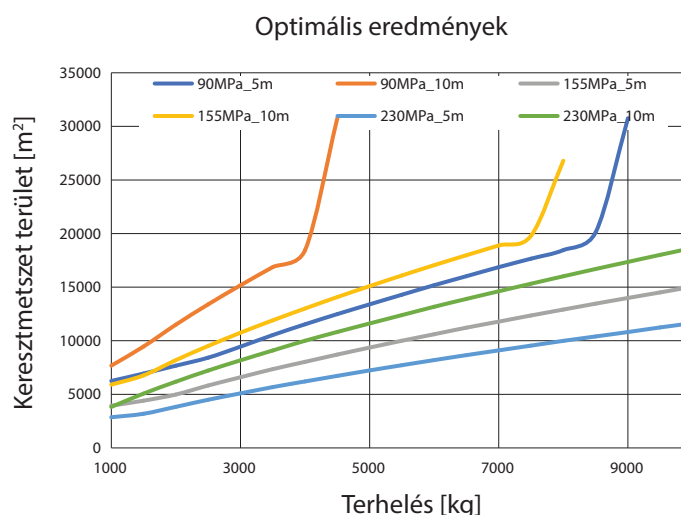
$f_y = 460$ MPa

a lemez szöge a hegesztés szöge: $\beta = 50^\circ$

a hőbevitel nagysága: 60700 J/m³



9. ábra: Az optimális keresztmetszet területek különböző acélfajták esetén



10. ábra: Az optimális keresztmetszet területek különböző alumíniumfajták esetén

az alkalmazott szabvány: Eurocode 3.
Egy Excel-számolótábla elkészítése után az 1. táblázat az optimális méreteket mutatja:

b_1	188,6768 mm
	5
t_1	9,427696 mm
h	362,9385 mm
	5
t	7,359172 mm
	8
b_2	188,6768 mm
	5
t_2	9,427695 mm
	8

1. táblázat: Optimált értékek

a tömegközéppont helye,

$$\int y dA = 0$$

$$0.8ht \left(\frac{h+t}{2} - y_0 \right) - hty_0 - 0.4ht \left(\frac{h+t}{2} + y_0 \right) = 0,$$

$$y_0 = 0 \text{ mm}$$

a másodrendű nyomaték nagysága,

$$I_x = \int y^2 dA = \frac{h^3 t}{12} + hty_0 + \frac{0.8ht^3}{12} + 0.8ht \left(\frac{h+t}{2} - y_0 \right)^2 + \frac{0.4ht^3}{12} + 0.4ht \left(\frac{h+t}{2} + y_0 \right)^2$$

$$I_x = 1,6008 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

a keresztmetszet területe,

$$A = 6228,504 \text{ mm}^2$$

A rugalmas előhajlítás nagysága a (36) képlet szerint

$$w_f = 0, \quad w_p = \frac{w}{\frac{I_x}{I_\xi} + \frac{8y_T w}{L^2 \varepsilon_y} - 1}$$

Az $y_T = 181,469 \text{ mm}$; $w = 26,83 \text{ mm}$; $\varepsilon_y = 2,19 \cdot 10^{-3}$ értékekkel számítva

$$w_p = 61,975 \text{ mm}$$

Az előhajlításnak a rugalmas tartományon belül kell maradnia.

Ennek a határértéke a következő:

$$w_y = C_y \frac{L^2}{8} = \varepsilon_y \frac{L^2}{8y_{max}} = 143,43 \text{ mm}, \quad (37)$$

ahol $y_{max} = 190,89 \text{ mm}$.

Mivel az előhajlítás nagysága kisebb, mint a képlékeny állapotához tartozó érték, az előhajlítás alkalmazható.

Optimálás minimális tömegre

Az optimálás az MS-Excel Solver nevű bővítményével készült, a beépített az általánosított redukált gradiens módszer felhasználásával.

A számítások során a célfüggvény, aminek a minimumát keressük, a hegesztett szelvény tömege volt. Az ismeretlenek a szelvény keresztmetszetéhez tartozó paraméterek, melyek a b_1 , t_1 , h , t , b_2 , t_2 értékek.

Optimálási korlátok

- statikus terhelés, melynek határa a $f_y/1.5$ érték
- az Eurocode 3 and 9[15, 16] szerinti lokális lemezhorpadások, melyek acélra

$$\frac{b}{t_f} \leq \frac{1}{\delta} = 28 \varepsilon, \quad (38)$$

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{1}{\beta} = 69 \varepsilon, \quad (39)$$

ahol

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}. \quad (40)$$

alumíniumra

$$\frac{b}{t_f} \leq \frac{1}{\delta} = 4\varepsilon, \quad (41)$$

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{1}{\beta} = 15\varepsilon, \quad (42)$$

ahol

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{250}{f_y}}. \quad (43)$$

az előhajlításra vonatkozó feltételek (36, 37).

Eredmények

Acél alapanyag esetén az optimalás eredményét az acéltípus függvényében a 9. ábra mutatja.

A 9. ábra azt mutatja, hogy a keresztmetszet terület arányos a terheléssel, de a növekmény értéke függ a szelvény hosszától. Nagyobb szilárdságú acél használatával a felhasznált anyag mennyisége csökkenthető. Ez a megtakarítás 21,4% abban az esetben, ha 355 MPa folyáshatárú acélt használunk 235 MPa helyett, és 31,4%, ha 460 MPa-t használunk a 235 MPa helyett.

Alumínium esetén az eredmények a következők (szintén több minőség esetén):

A 10. ábra azt mutatja, hogy a keresztmetszet területe ismét arányos a terheléssel, de a növekmény értéke ismét függ a szelvény hosszától. A kisebb sűrűségű alumíniumnál a stabilitási kényszer nagyobb hatással van a keresztmetszet területekre, főleg hosszabb szelvények esetén. Ebben az esetben is igaz, hogy nagyobb szilárdságú alumínium felhasználásával a keresztmetszet terület értéke csökkenthető. Ez a megtakarítás 54,5%, ha 155 MPa folyáshatárú anyagot használunk 90 MPa helyett, és 64,8%, ha 230 MPa folyáshatárút használunk a 90 MPa helyett. Hosszabb szelvények esetén a keresztmetszet területek ugrásszerűen megnövekednek a helyi horpadás miatt.

Összegzés

Ez a tanulmány az aszimmetrikus I-szelvények optimális méreteinek meghatározását mutatta be a minimális vetemedés függvényében. Az optimalás során a célfüggvény a tömeg (a keresztmetszet terület) minimálása volt, az ismeretlen paraméterek az I-szelvény geometriai méretei, míg az optimalási feltételek pedig a feszültség, a helyi horpadás, valamint a hegesztési vetemedés voltak. A számításokat különböző szilárdságú acélokra (235, 355, 460 MPa), valamint különböző szilárdságú alumíniumokra (90, 155, 240 MPa) végeztük el. A számítások során az alapanyag, a szelvényhossz és a terhelés értéke változott. Bemutattuk, hogy az optimális kialakítással és megfelelő előhajlítással a hegesztésből származó alakváltozások csökkenthetők is kiküszöbölhetők, valamint keresztmetszet-csökkentés is elérhető. Acélok esetén a költségmegtakarítás akár 31,4%, míg alumíniumok esetén akár 64,8% is lehet.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozások

- [1] Markus Urner, Tim Welters, Klaus Dilger (2008): Calculation of Welding Residual Stresses and Distortions under Complex Process Conditions, Design, Fabrication and Economy of Welded Structures International Conference Proceedings, pp. 395-402, doi.org/10.1533/9781782420484.8.395
- [2] Helmut Wohlfahrt, Thomas Nitschkepagel, Klaus Dilger, Dieter Siegele, Marcus Brand, Jens Sakkiettibutra, Tobias-Loose (2012): Residual Stress Calculations and Measurements — Review and Assessment of the IIW Round Robin Results, Weld World, Vol. 56, Issue 9–10, pp. 120–140. doi.org/10.1007/BF03321387
- [3] Akihiro Kawaguchi, Shinsuke Itoh, Masahito Mochizuki and Masashi Kameyama (2011): Large-Scale Computation of Welding Residual Stress, Progress in Nuclear Science and Technology, Vol. 2, pp. 613-619.
- [4] Hafiz Waqar Ahmad, Jeong Ho Hwang, Ju Hwa Lee and Dong Ho Bae (2018): Welding Residual Stress Analysis and Fatigue Strength Assessment of Multi-Pass Dissimilar Material Welded Joint between Alloy 617 and 12Cr Steel, Metals, Vol. 8, No. 21; 11 p. doi: 10.3390/met8010021
- [5] Joni Keski-Rahkonen: Probabilistic framework for product design optimization (2017), Rakenteiden Mekaniikka (Journal of Structural Mechanics) Vol. 50, No 3, pp. 122-126. https://doi.org/10.23998/rm.64959
- [6] Timo Turkkila: Topology optimization of cast iron parts (2017): Rakenteiden Mekaniikka (Journal of Structural Mechanics) Vol. 50, No 3, pp. 368-371 /doi.org/10.23998/rm.64936
- [7] Károly Jármái: Optimum design of welded structures (2017): Rakenteiden Mekaniikka (Journal of Structural Mechanics), Vol. 50, No 3, , pp. 326-329. doi.org/10.23998/rm.65153
- [8] Okerblom, N. O. (1955) The calculations of deformations of welded metal structures (Translated by the Dept. of Scientific and Industrial Research, 1958) London, HMSO.
- [9] Okerblom, N.O., Demyantsevich, V. P., Baikova, I. P. (1963) Design of fabrication technology of welded structures. Leningrad, Sudpromgiz. (in Russian)
- [10] White, J.D. (1977a) Longitudinal shrinkage of a single pass-weld. CUED/C-Struct./TR.57, Univ. of Cambridge, England, Department of Engineering.
- [11] White, J.D. (1977b) Longitudinal shrinkage of multi-pass-welds. CUED/C-Struct./TR. 59. Univ. of Cambridge, Dept. of Engineering.
- [12] Masubuchi K. (1980) Analysis of welded structures. Pergamon Press, Oxford, New York etc.
- [13] Farkas, J., Jármái, K. (1997) Analysis and optimum design of metal structures. Balkema, Rotterdam-Brookfield.
- [14] Farkas, J., Jármái, K. (1998) Analysis of some methods for reducing residual beam curvatures due to weld shrinkage, Welding in the World 41 (4) 385–398.
- [15] Eurocode 3. (2009) Design of steel structures. Brussels, CEN.
- [16] Eurocode 9. (2007) Design of aluminium structures. Brussels, CEN.

*Dr. Jármái Károly egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

**Petrik Máté egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem

PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon
a hegesztési füstelszívásban**

www.plymovent.hu

AC PLYMOVENT Kft.

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

HÍREK

MHtE Akadémia – tervezett tanfolyamok 2018-ban

Tanfolyam	Információk	Árak	Célcsoport
Az ISO 9001 változásai: Hogyan érinti a hegesztéssel foglalkozó vállalkozásokat?	www.mhte.hu	18.000,-Ft+ÁFA/fő	Hegesztéssel és fémmegmunkálással foglalkozó vállalkozások
Hegesztőüzemek kockázatmenedzsmentje	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: Információs lap	Gyártás- és technológia tervezők, üzemvezetők, ügyvezetők, műszaki vezetők, irányítási rendszer vezetők, egyéb felelős vezetők
Belső auditor	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
Minőségügyi megbízott	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
ASME Szakember képzés	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: www.mhte.hu	Hegesztéssel és fémmegmunkálással foglalkozó vállalkozások
Európai Ragasztó Szakember tanfolyam EAB (European Adhesive Bonder)	www.mhte.hu Tervezett indítási időpont: 2019.06.24.-28.	2010 EURO+ÁFA/fő/tanfolyam	Műanyag feldolgozó szakember
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu Tervezett indítási időpont: 2019. április 5. Helyszín: Széchenyi István Egyetem Győr	359.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam (WI modul) 518.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam (WT+WI modul) 90.000,- Ft+ÁFA/vizsgadíj 7.000,- Ft+ÁFA/EWI-S diploma 6.000,-Ft+ÁFA/bélyegző (ha kéri)	Fémipari szakirányú területen legalább két év tapasztalattal rendelkező személy (WT+WI modul esetén) IWS végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu Tervezett indítási időpont: 2019.09. Helyszín: NYÍREGYHÁZI EGYETEM	www.mhte.hu	IWE/EWE, EWT/IWT végzettségű szakemberek (WI modul esetén)

Hőcserélő csövek vizsgálata DUET és DOLPHIN G3 készülékekkel



MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.

Fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat- TOFD módszer



Röntgensöves csőbenjáró 6"-18"



Csővezetékek nagy hatótávolságú ultrahangos vizsgálata



Helyszíni Digitális Radiográfiai vizsgálat



Elérhetőség:

3200 Gyöngyös Jókai út 55.
info@matradiagnostika.com
Tel.: 37-313-338
Fax: 37-500-338

www.matradiagnostika.com

Géper

Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.

MESSER Cutting & Welding AG.

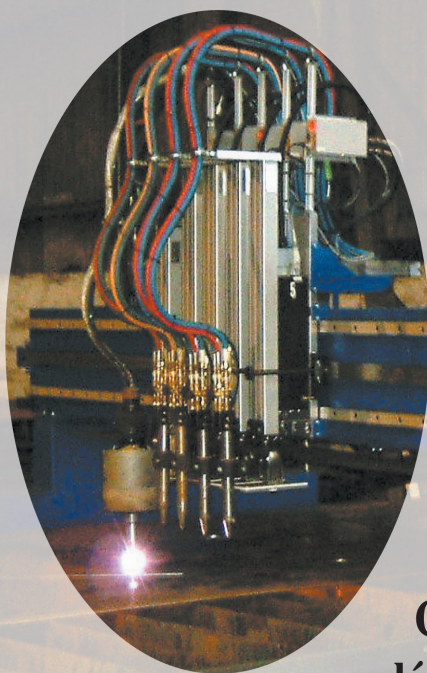
Cutting Systems Magyarországi Képviselete

Kecskemét, Irinyi u. 29. V. 28.

Tel.: +36-76-489-527, 505-256

Tel./Fax: +36-76-481-886, 416-478

e-mail: messer@geper.datanet.hu



CNC vezérlésű lézer-, plazma-, vízsugar- és lángvágó gépek forgalmazása, vevőszolgálat.

Kézi plazmavágók, hegesztő célgépek forgalmazása, vevőszolgálat.

Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz

Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére

Erdős Antal Gábor*

Korrózióálló acélok hőkezelései

Irodalmi áttekintés

Napjaink iparában, legfőképp az olaj és vegyiparban elengedhetetlenek a korszerű korrózióálló acélok. Ezeknek az acéloknak a hegesztése is összetett bonyolult feladat csakúgy, mint a gyártási folyamatuk, amelybe beletartozik hőkezelésük is. Azonban ahogyan különbözők ezen acélok tulajdonságai úgy a rajtuk végzett hasonló célú hőkezelések is eltérőek. Egy dolog azonban közös bennük, leggyakrabban az alakíthatóságuk könnyebbé tétele, a felhasználhatóság javítása a fő szempont. Jelen cikk célja ismertetni ezeket a hőkezeléseket.

Ferrites acélok lágyítása

Az egyik legjellemzőbb hőkezelése a ferrites acéloknak a lágyítás. Ennek a hőkezelésnek a jellemző hőkezelési tartományai az alábbi 1. táblázatban láthatók típustól függően. Keménységük nem fokozható például edzéssel, így a cél a jó alakíthatóság és korró-

zióállóság, melyek egyaránt kiválóak lágyított állapotban. Ennek a lágyításnak a fő célja a maradó feszültségek csökkentése hegesztés vagy hidegalakítás után. Másodsorban pedig egy homogénebb szövetszerkezet biztosítása azáltal, hogy megszünteti a hegesztés során vagy a 475 °C-os elridegedés következtében módosult területeket [1].

Ez a típus hőkezelés után tartalmazhat akár ausztenitet vagy lágy martenzitet, ami a magasabb hőmérsékleten bekövetkező ausztenites átalakulásnak köszönhető.

Ez az átalakulás megakadályozható, ha a ferrites acél alumíniummal ötvözzük. A ferrites acél rideggé válhat, ha gyorsan hűtjük le 925 °C környékéről az ausztenit martenzitté alakulása miatt, ennek a martenzitnek a mennyisége elérheti a 30%-ot is. Ha gyors hűtést végzünk 1090 °C-ról, akkor a szövetszerkezet maradék ausztenit is tartalmazhat a martenzit mellett. Ez korrigálható, egy az előzőt követő 650–790 °C közötti hőkezeléssel.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a jelenség elsősorban a 430-as típusú acélra jellemző. A 430-as típusú ferrites acélra jellemző kémiai összetétele látható az alábbi 2. táblázatban [1].

Az egyes, kettes és hármas ábrakon a 430-as acél (1.4016, X8Cr17) mikroszerkezete látható 950 °C-os hevítés, de eltérő hűtőközegek esetén (az 1. ábrán a vízhűtés utáni szövetszerkezet figyelhető meg).

Vízhűtés esetén a minta martenzittartalma 0,33–0,04 térfogat-százalék közötti értéket mutat. A kémiai összetétel alapján és a 950–1000 °C-os hőntartás következtében króm-karbid és króm-nitrid kiválás is történik, azonban a vízhűtés erőteljes hatása elnyomja ezeket, helyette martenzitet jelentkezik a mikroszerkezetben. Ennek a mintának a pittinggel való ellenállása jó eredményeket mutat [1].

Lássuk ugyanezt olajban és kemencében szabályozott körülmények között hogyan változik a mikroszerkezet. Ez látható az alábbi 2. és 3. ábrákon.

A kemencében történő lehűtés esetén a mikroszerkezet ferritet és részben lebomlott martenzitet tartalmaz, és ezek mellett kis mennyiségben kiválások is megfigyelhetők. Ezek a kiválások króm-karbidok vagy króm-nitridek a legtöbb esetben. A kemencében való lehűtés esetén is hasonló szerkezetről beszélhetünk.

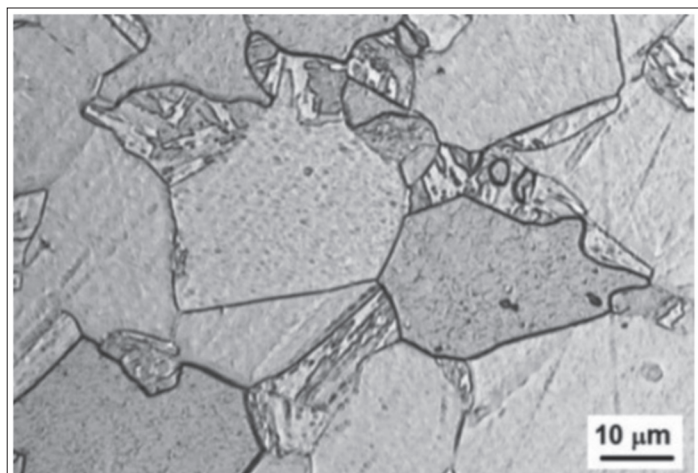
Ezekkel a kisebb hűtési sebességet megvalósító módszerekkel kisebb korrózióállóság érhető el, hiszen a kiválásoknak köszönhetően a szemcsék

Típus	Hőmérséklet [°C]
405 (X6 CrAl 13)	650-815
430 (X8 Cr17)	595-900
430F (X14 CrMoS 17)	705-785
442(X16 CrNiSi 20-12)	760-830
446 (X18 CrN 28)	760-830

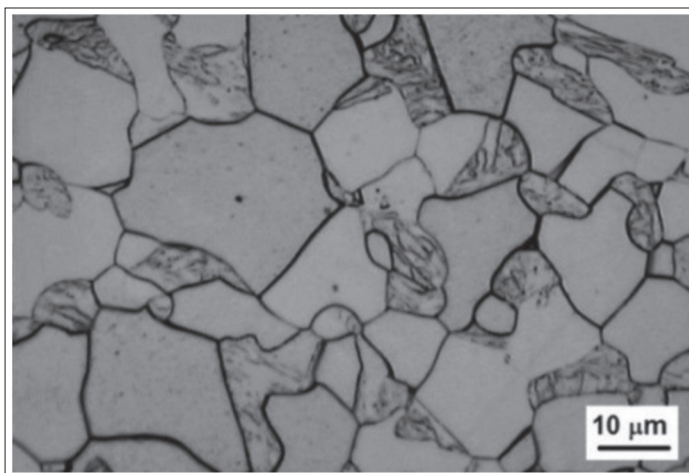
1.táblázat: A ferrites acélok jellemző lágyítási hőmérséklet tartományai [1]

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Egyéb
0,12	1	1	16-18	-	0,04	0,03	-

2.táblázat: A 430-as ferrites acél összetétele %-ban [1]



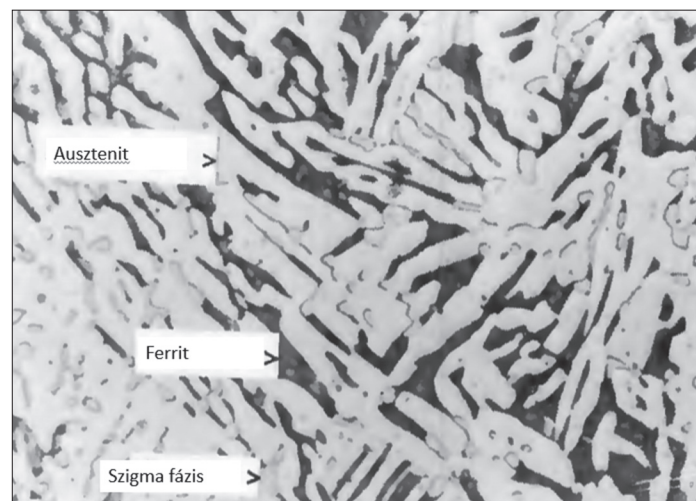
1.ábra: A ferrites acél szövetszerkezete vízhűtés esetén [1]



2.ábra: Ferrites acél mikroszerkezete olajhűtés esetén [1]



3. ábra: Ferrites acél mikroszerkezete kemencében való lehűtés esetén [1]



4. ábra: Duplex acél szerkezete lágyítás után [5]

Hőkezelés	Ütőmunka [J]	Vickers keménység (HV30)
Nincs utókezelés	3±0,5	251±4
600 °C-os utókezelés	18±0,5	231±3
700 °C-os utókezelés	19±0,5	195±4
800 °C-os utókezelés	22±0,5	177±5

3. táblázat: Az utókezelés hatása a keménységre és az ütőmunkára [1]

Az acél jelölése	Hevítés hőmérséklete [°C]	Hőntartás hőmérséklete [°C]
1.4162	900-1100	950
1.4362	950-1150	980
1.4462	950-1230	1040
1.4410	1025-1230	1050
1.4507	1000-1230	1080
1.4501	1000-1230	1100
1.4301	925-1205	1040
1.4401	925-1205	1040

4. táblázat: Melegalakítás hőmérsékletei [3]

kisebb mennyiségben tartalmaznak krómot, valamint a kiválások jelenléte miatt a szemcsehatárok száma is növekedett. Tehát a gyorsabb hűtéssel jobb korrózióállóság érhető el. Ezen acéloknál a problémát viszont az ütőmunka és a szívóssági mérőszámok csökkenése okozza a martenzit jelenléte miatt.

A szívósság javítható egy következő ízzítással, melyet minél magasabb hőmérsékleten végzünk el az ütőmunka értékek annál jobbak lesznek, viszont ekkor a keménység jelentős csökkenését is figyelembe kell venni. A 3. táblázat 950 °C-ra hevített 1 órán át hőntartott, majd vízben lehűtött darabok keménységét és ütőmunkáját mutatja, utólagos hőkezelésekkel eltérő hőmérsékleten vagy utókezelés nélkül [1].

A hármastáblázatból látszik, hogy megéri alkalmazni legalább egy 600 °C-os utókezelést, mert ezzel az ütőmunka értékét 6-szorosára lehet növelni a keménység jelentős csökkenése nélkül, míg a magasabb hőmérsék-

letű utókezeléseknél az ütőmunka már nem nő jelentős mértékben, de a keménység viszont meredeken csökken.

A duplex szerkezetű hőálló acélok fontos ötvözője a nitrogén. Ez a típus egyesíti a ferrites és ausztenites acélok tulajdonságait. A tisztán ferritesnél jobb szívóssági jellemzőkkel bírnak. Továbbá jobb a hegeszthetőségük, a hidegalakíthatóságuk és a melegsíllárdságuk. A szemcsedurvulás miatti ridegedés magasabb hőmérsékleten jelentkezik a ferritesnél [2].

Duplex acélok esetén alkalmazott hőkezelések

A duplex acélokat gyakran melegalakítással dolgozzák fel. 1230 °C-on kis terhelő erővel is jó alakíthatósággal rendelkeznek. Ha a melegalakítást túl alacsony hőmérsékleten végezzük, akkor az alakítás hatására indukált alakváltozás repedés kialakulásához vezethet a ferrites zónákban. Továbbá a kisebb hőmérsékleten a szigma fázis

kiválására is nagyobb az esély. A duplex acélok magas hőmérsékleten veszítenek keménységükből, és így javul az alakíthatóságuk. Azonban a kilágyulás túlzott mértéke is negatívan hathat a melegalakíthatóságra. A hőntartás precíz megtartása, a kis hőmérséklet ingadozás kritikus a sikeres melegalakítás elvégzésének szempontjából [3].

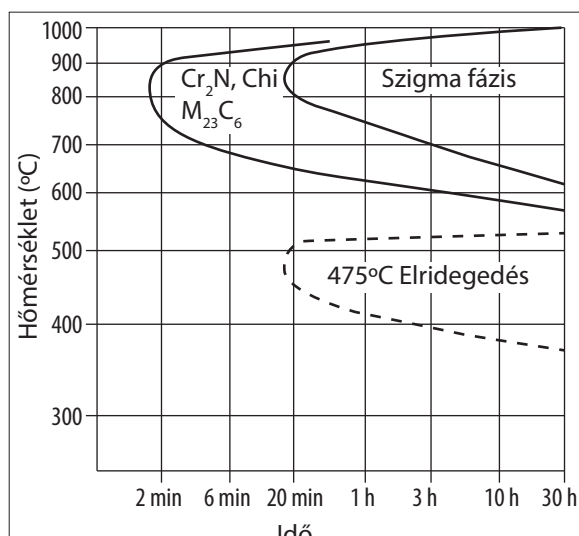
Az éles sarkokat tartalmazó munkadarabokban fokozott a repedésveszély, ugyanígy a vastag darabok esetén is, ahol a felület és a belsőbb rétegek eltérő hőmérséklete csakugyan repedésveszélyt hordoz magában. Ekkor a darabot célszerű visszahevíteni a melegalakítás alsó hőmérsékleti határára. A melegalakításra ajánlott hevítési és hőntartási hőmérsékleteket mutatja a 4. táblázat duplex és összehasonlítás céljából néhány ausztenites acélra [3].

Az alakítás elvégzése után célszerű elvégezni egy lágyító hőkezelést, melyet edzés is követ, így teljesen visszaállítva a mechanikai tulajdonságokat és a megfelelő korrózióállóságot.

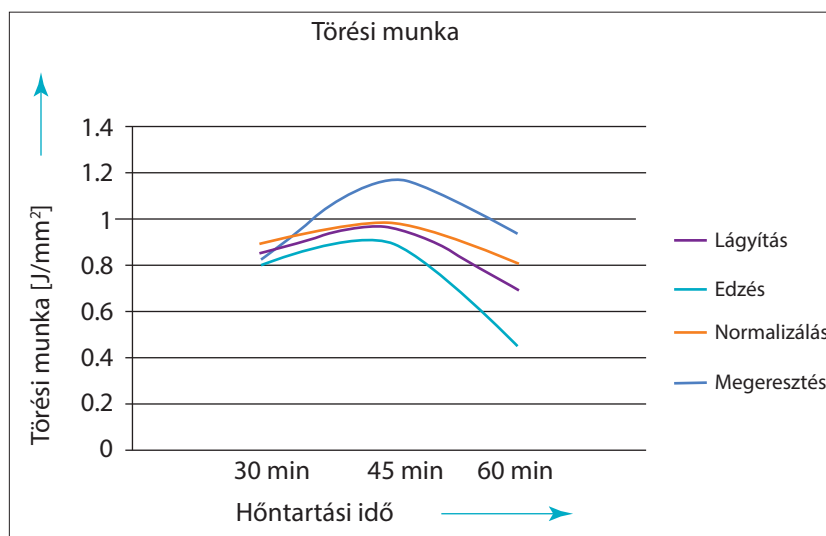
A hőntartást addig kell végezni, míg az intermetallikus kiválások teljesen fel nem oldódnak. A kezelés során a kritikus hőmérséklet intervallum a 700–1000 °C közötti, melyet minél gyorsabban kell átlépni [3].

Lágyítás

A duplex rozsdamentes acél anyagot ~900 °C-ra kell hevíteni, és az ezen a hőmérsékleten a hőntartást három különböző ideig szokás végezni. Ezek a hőmérsékletek a következők: 30 perc, 45 perc, vagy 60 perc. A hőntartás után az anyagot nagyon lassan kell visszahűteni, erre a célra általában a munkadarabot homokba helyezik. A folyamat során a keménység csök-



5. ábra: Duplex acélra érvényes TTT diagram [5]



6. ábra: A hőntartási idő hatása a fajlagos ütőmunkára különböző hőkezelések esetén [5]

ken az alakíthatóság javára. Egy 1038 °C-os lágyítás utáni szemcseszerkezet látható a 4. ábrán. A kezelés után előfordulhatnak ikerkristályhatárok a szerkezetben, különösen kovácsolással feldolgozott darabok esetén [4].

Normalizálás

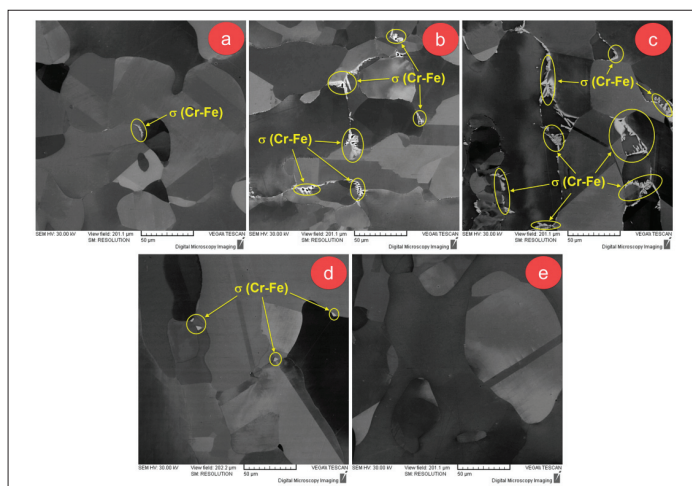
Ezen hőkezelésnél az alapanyagot 1100 °C-ra kell felmelegíteni, majd a hőntartási idők szintén megegyeznek a lágyítás hőntartási idejeivel, miszerint jellemzően 30, 45 vagy 60 perc. A folyamatot lassú hűtéssel kell zárni, melyet nyugvó levegőn végeznek a legtöbb esetben. Főképpen a hajlítószilárdsága javul nagymértékben az acélnak ezzel a hőkezeléssel. Kísérleti eredmények alapján elmondható, hogy a hőntartási idő növelésével javítható az ütőszilárdság, valamint kismértékben növelhető a folyáshatár és a szakítószilárdság is [4].

Megeresztés

A hevítés hőmérséklete 900 °C, ezen kell végezni a hőntartást is. Idejét tekintve az előző két hőkezelés idejével azonosan 30, 45 vagy 60 percig kell végezni. A kemencéből való kivétel után a lehűtést lassan nyugvó levegőn kell végezni. A hőntartási idővel javulnak az ütőmunka, ugyanakkor a keménysége csökken. Duplex acélra érvényes TTT diagramm látható az 5. ábrán. Ezen hőkezelést alkalmazzák hegesztés után a kötés mechanikai tulajdonságainak javítására is. Ekkor valamivel kisebb hőmérsékletet mégpedig 800 °C-t alkalmaznak és 10 perces hőntartást. Ezzel a hegesztett kötés és a hőhatásövezet keménysége is növekszik [4].

A különböző hőkezelések esetén alkalmazott hőntartási idők hatását a

7. ábra: Duplex acél mikroszerkezet[6]



fajlagos ütőmunkára mutatja az alábbi 6. ábra.

Oldó izzítás

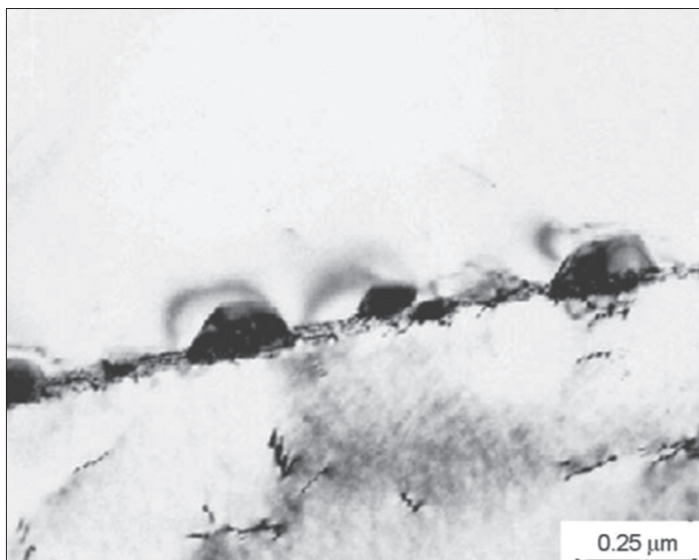
Ez egy 800 és 1100 °C között végzett hőkezelés, melynek célja a korábbi hőkezelések vagy hegesztés után kialakult nem kívánatos kiválások, fázisok oldatba vitele és megszüntetése. Ilyen elem lehet például a szigma fázis vagy a másodlagos ausztenit. Négy jellemző hőmérsékleten szokás végezni 800, 900, 1000 vagy 1100 °C, a hőntartási idő körülbelül 10 perc. A 7. ábrán duplex acél kovácsolt állapotban, a b esetben 800 °C-os oldó izzítás után, a c esetében 900 °C, a d esetén 1000 míg az e esetben 1100 °C-os kezelést követően [4][6].

A hűtésre intenzív hűtőközeget, például vizet alkalmaznak, így is korlátozva a kiválások mértékét, és így a ferrit-ausztenit arány se módosul számottevően. Az 1100 °C-on kezelt darabok mikroszerkezte csak δ és γ fázisokat tartalmaz. A hőmérséklet csökkenésé-

vel a szigma fázis (Cr-Fe) mennyisége nő. Ezek a kiválások a δ és γ fázisok határán találhatóak. A 800 °C-on létrejöttek szemcsemérete meglehetősen nagy 8-9 mikrométer. 100 °C-al magasabb hőmérsékleten a szemcseméret nagymértékben finomodik és a kiválások mértéke is csökken. Ez azzal magyarázható, hogy 850 °C felett a δ-Fe részlegesen átalakul γ-Fe és σ fázissá, az új σ kristálycsírák a szemcsehatárokon jelennek meg és ott kezdenek növekedni. 860 °C felett a σ fázis instabillá kezd válni, és elkezdene feloldódni, ez az oldódási folyamat eltart egészen 985 °C-ig. 1000 °C felett az átlagos szemcseméret közel a felére csökken, megközelítőleg 4 mikrométerre. Ez szintén a kiválások oldódási mechanizmusával magyarázható. Az átlagos mikrokeménységek 221,3 HV0,01 és 236,2 HV0,01 közötti értékek a γ-Fe fázisban, miközben a δ-Fe fázisban 274,1 HV0,01 és 281,4 HV0,01. Az egyik fő pozitívum ennek a hőkezelésnek az hogy, kontrollálni le-

Az 1% maradó alakváltozáshoz tartozó folyási határ [MPa]					A kúszásállóság [MPa]				
óra	hőmérséklet				óra	hőmérséklet			
	600 °C	700 °C	800 °C	900 °C		600 °C	700 °C	800 °C	900 °C
1 000	150	53	23	10	1 000	230	80	35	15
10 000	105	37	12	5,7	10 000	160	40	18	8,5
					100 000	80	18	7	3

8. ábra: Az ausztenites hőálló acélok melegszilárdsága [2]



10. ábra: Ausztenit szemcsehatáron található króm-karbid kiválás [7]

het a kialakuló szigma-fázis mennyiségét, 1100 °C a jelenlétét meg is lehet szüntetni. Ezen hőkezelés hatására ferrit mennyisége kis mértékben csökken, az ausztenit pedig kis mértékben megnövekszik (45-55 % maximum) [6].

A tisztán ausztenites szerkezet is elérhető a Ni ötvöző segítségével. Melegszilárdságuk, szívósságuk kiváló, előbbi szemlélteti a 8. ábra eltérő hőmérséklet esetén. Ridegedési hajlamuk jelentősen kisebb az előző két típusnál. Ridegedés csak hosszú idő elteltével jelentkezik jellemzően 650 és 900 °C között, egy bizonyos hőmérséklet felett pedig egyáltalán nem. A reveáló tulajdonságuk oxidáló atmoszférában is nagyon magas. Hátrányuk a másik kettőhöz képest, hogy az ellenálló képességük a kén tartalmú anyagokkal szemben jelentősen kisebb. Jó a hidegalakíthatóságuk, és nagy előnyük, hogy szinte minden eljárással hegeszthetők.

A hőállóságát levegőn megőrzi 1150 °C-ig. Az ilyen acélok forgácsolásakor figyelni kell a hidegalakítási felkeményedésre, ezért csak jól élezett szerszám és szilárd megfogással forgácsolhatók egy minimális előtolás felett [2].

Alkalmazási területük igen széles. Használják hőkezelő üzemekben tartályanyagként, kemencék és gőzkazánok építése során rostélyok, szerelvények és a burkolat anyagaként is. Előfordulnak továbbá az üveg- és kerámiapárban. A gépgyártásban is jelen

vannak elsősorban termoelemek védőcsöveiként. Valamint a gáz- és kőolajiparban mint csővezeték anyagok [2].

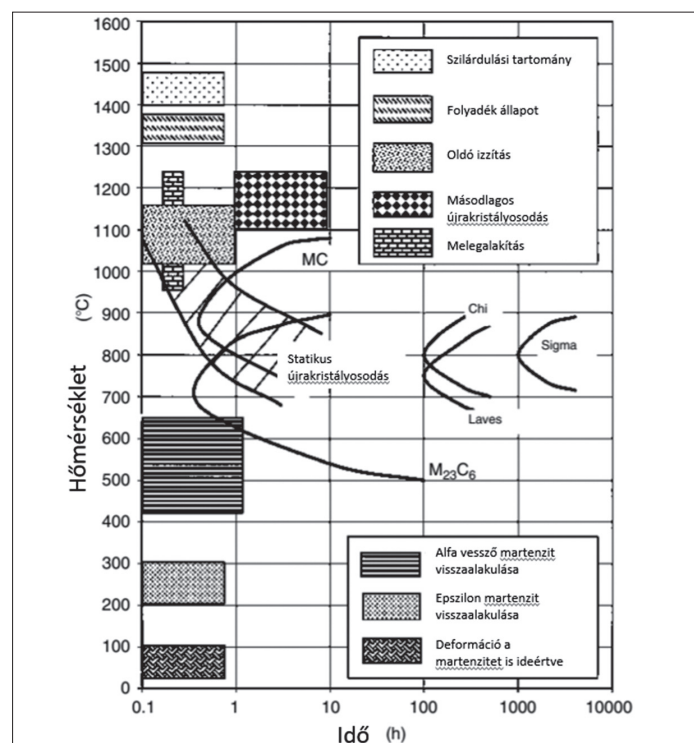
Ausztenites acélok hőkezelései

A 9. ábrán az ausztenites acélokon alkalmazott hőkezelések láthatóak az idő és a hőmérséklet kapcsolatában az általuk indukált átalakulásokkal együtt.

Stabilizáló lágyítás

Egyik jellemző hőkezelésük a stabilizáló lágyítás. Ennek a célja az acél ellenállóképességének növelése az intergranuláris korrózióval szemben. A megoldást itt a karbon megkötése elsődleges fázisokban, mint például karbidok (MC), karbonitridek (M(C,N)) esetleg karboszulfidok ($M_4C_2S_2$) formájában. A karbon befogadó fém lehet titán, nióbbium vagy vanádium. A fennmaradó karbon kiválhat másodlagos karbidként szintén MC vagy $M_{23}C_6$ formájában, mivel az ausztenit karbonoldó képessége 900 °C-on meglehetősen alacsony [7].

Króm-karbid szemcsehatáron való kiválása látható a 10. ábrán. A másodlagosan kivált vegyületek közül az előbbi a stabilabb. A kezelés szokásos hőmérséklete 845-955 °C, a hőtartási idő 5 óra, de ez utóbbi függ a hőkezelt kívánt alkatrész méretétől is. A kemence atmoszférája ne legyen se karbonban se oxigénben túl gazdag, valamint a kéntartalmat is minimalizálni kell [7].



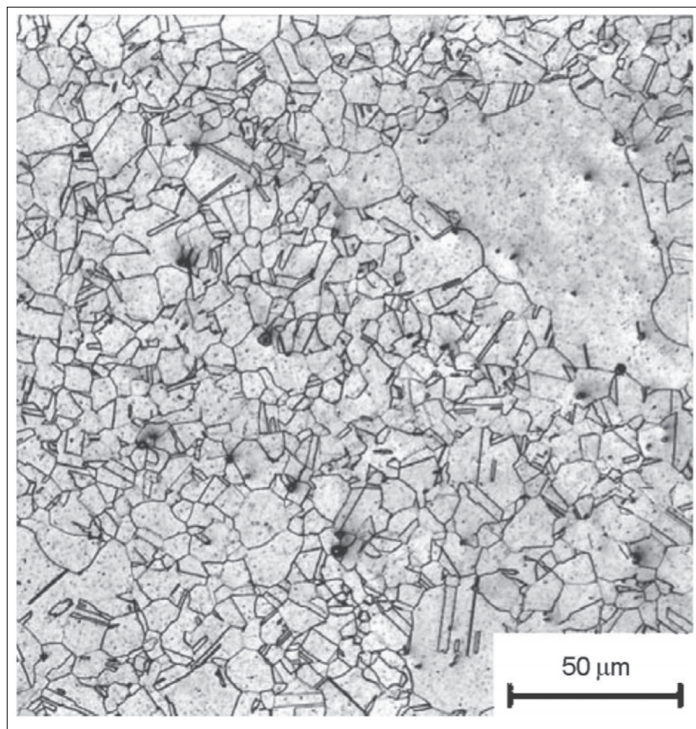
9. ábra: Az ausztenites acélok fő hőkezelései és átalakulásai szobahőmérséklet és olvadáspontjuk között [7]

Oldó izzítás

Ez az ausztenites acélokon leggyakrabban alkalmazott hőkezelés. Célja, ahogy az elnevezése is sugallja, az előzetes hőkezelések vagy hegesztési tevékenység során keletkezett fázisok, kiválások feloldása, megszüntetése különös tekintettel $M_{23}C_6$ típusúakra, ahol az M lehet Fe, Cr vagy Mo. Ezek a kiválások leggyakrabban a 400–800 °C-os tartományban keletkeznek, így a hőkezelés alsó hőmérsékleti határa ennél magasabb 900 °C. A túl magas hőmérséklet sem célszerű a bekövetkező szemcsedurulás miatt [7].

A hagyományos ausztenites acéloknál ez a hőmérséklet 1010 és 1120 °C közötti, azonban a nagyobb karbon-tartalmú társaiknál ezt 1040 és 1120 °C közé szokás választani.

Azonban, ha az acél titánnal van stabilizálva akkor, ez a hőmérséklet jóval kevesebb 965 és 1065 °C közötti, nióbbium ötvözés esetén pedig 980 és 1065 °C között kell végezni. Titánnal stabilizált ausztenites acél mikroszerkezete látható a 11. ábrán az oldó izzítás után. A folyamat során a karbidok teljes feloldódása az ideális, ez azonban időbe kerül, és ez a hőtartási idő összetételtől és falvastagságtól is függ. A lehűtésnek gyorsnak kell lennie a karbidkiválások elkerülése érdekében. Másrészt a túl gyors hűtés torzulást eredményezhet a szemcseszerkezetben. A nem stabilizált típusok esetén



11. ábra: Titánnal ötvözött ausztenites acél szerkezete oldó izzítás után [7]

ha a torzulásra nincs előírás, akkor általában vizet alkalmaznak, mint hűtőközeg. A nagyobb karbontartalmúak esetén a karbidkiválások elkerülése miatt kötelező a vízben való lehűtés. A stabilizáltak esetén a levegőn való hűtés is megfelelő eredményt ad. Azonban ha az acél molibdénnel is ötvözött, akkor a 650–870 °C közötti tartományt gyorsan kell átlépni az intermetallikus fázisok kiválása miatt. Ilyen intermetallikus kiválás lehet a szigma, chi vagy az úgynevezett Laves-fázis (Fe_2Mo). Ezek a kiválások előfordulásának valószínűsége nő, ha az acél tartalmaz δ ferritet. A δ ferrit megszüntetése meglehetősen nehéz, termomechanikus kezeléssel sem biztos, de az oldó izzítás után is jelen maradhat [7].

Hidegen alakított ausztenites acélok szövete tartalmazhat martenzitet is. Ez a martenzit kétféle típusú lehet, vagy α' vagy ϵ fázis. A típus a hidegalakítás során bevitt feszültség nagyságától függ [8].

Ausztenites korrózióálló acélokban az a hőmérséklet, melyen elkezdődik az ausztenit martenzitté alakulása kisebb, mint 0 °C. Ez az összefüggés, mellyel a hőmérséklet meghatározható Eichelmann és Hull szerint [8]:

$$M_s = 1305 - [1667 \times (\text{C}\% + \text{N}\%) + 28 \times (\text{Si}\%) + 33 \times (\text{Mn}\%) + 42 \times (\text{Cr}\%) + 61 \times (\text{Ni}\%)]. \quad (1)$$

Mivel a martenzit start hőmérséklete alacsony így a hűtés során nem kell martenzit képződésével számolni. Ez

az állapot változik a króm-karbid kiválásával. Mivel a szemcse belsejében csökken a króm és a karbontartalom is, így a martenzit start hőmérséklet is emelkedni fog. Ez akár szobahőmérséklet fölé is nőhet, így fennáll az α' kialakulásának veszélye. A martenzitképződés nagy mechanikai igénybevétel hatására is lejátszódhat, ekkor a terhelés a szakítószilárdság 30, 50%-a, ekkor az a hőmérséklet, amelyen megindul a martenzitképződés Angel szerint a következő [8]:

$$M_d = 413 - [462 \times (\text{C}\% + \text{N}\%) + 9,2 \times (\text{Si}\%) + 8,1 \times (\text{Mn}\%) + 13,7 \times (\text{Cr}\%) + 9,5 \times (\text{Ni}\%) + 18,5 \times (\text{Mo}\%)]. \quad (2)$$

Tanulmányok igazolják, hogy a keletkezett martenzit kialakulását egyszerűbb magyarázni, mint a visszaalakulását ausztenitté. Singh állapította meg azt, hogy a hidegen hengerelt ausztenites korrózióálló acélokban a martenzit, legyen az akár α akár ϵ típusú nagyjából 200 °C-ig stabil. Guy azt tapasztalta két ausztenites acél esetén is, hogy 600 °C-on két perces hőntartással a martenzit mennyisége nullára csökkenthető. Martins szerint a visszaalakulási hőmérsékletre az acél típusa nincs jelentős hatással, azt nagyobb mértékben befolyásolja a hidegalakítás során fellépő feszültség és a kiválások mennyisége [8].

Feszültségcsökkentő hőkezelés

A feszültség csökkentésére a legmegfelelőbb módszer a lassú hűtés alkal-

mazása. Ekkor azonban fokozottan fennáll a króm-karbid (Cr_{23}C_6) kiválásának veszélye. A gyors hűtés viszont ugyanúgy maradó feszültségek kialakulásához vezet, továbbá érzékenyebbé teszi az acélt a feszültségkorróziós repedések keletkezésére is. Ezek a káros hatások elkerülhetők, ha stabilizált vagy extra kis karbontartalmú acélt használunk. Ezeknél az utóbbiaknál a hőntartási hőmérséklet lehet tartósan akár 925–1010 °C közötti is, a szemcseméret jelentős durvulása nélkül. Másik alternatívaként szóba jöhet a hőmérséklet lecsökkentése 425–550 °C-ra, ahol a króm-karbid kiválása nagyon lassú. Ebben az esetben azonban a maradó feszültségek leépülésének mértéke jóval kisebb, mint magas hőmérsékleten, de a feszültségkorróziós repedés kialakulásának veszélye így is csökken. Ezen repedéstípussal szemben a stabilizált ausztenites acélok nagyobb ellenálló képességgel rendelkeznek stabilizálatlan társaiknál [7].

Fényesítő lágyítás

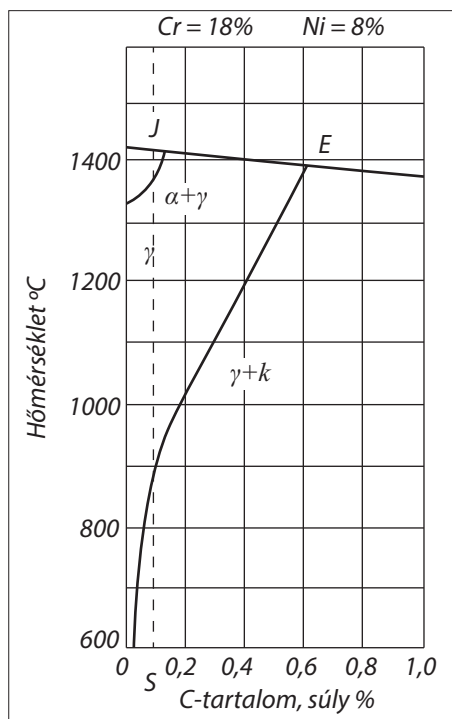
Ez a hőkezelés valamennyi ausztenites acélra elvégezhető, tiszta hidrogén vagy disszociált ammónia atmoszférában. A harmatpontjuk -50 és -60 °C közötti. Meg kell bizonyosodni róla, hogy az alkatrészek megfelelően szárazak és tiszták, mielőtt a kemencébe kerülnek. Ha a harmatpont nem kellően alacsony, akkor egy vékony zöld oxidfilm is létre jöhet a fém felületén, amelynek eltávolítása rendkívül nehéz [7].

Ausztenites lehűtés, ausztenites nemesítés

Ezt a hőkezelést alkalmazzák egyaránt ausztenites króm-nikkel acélok és Hadfield (karbon-mangán) acélokra is. Króm-nikkel acélok esetén a homogén ausztenites szemcseszerkezet biztosítására használják, mivel a homogén szerkezet nagyban befolyásolja az acél korrózióval szembeni ellenálló képességét, mégpedig pozitív hatással van rá. Ezen acélok gyártási folyamata során a karbontartalom csökkentésére törekednek, ezzel is megakadályozva a karbidok kiválását. Ez ellen egy másik megoldás lehet a titánnal vagy nióbiummal való ötvözés is.

Ez a jelenség valamennyi ausztenites acélban lejátszódik fő ötvözőtől eltekintve, így végbe megy: króm-nikkel, króm-mangán, króm-nikkel-mangán ötvözésű ausztenites acélokban is. Ez a karbid nem csak a szövet homogenitását csökkenti, hanem a szemcsék belsejében a krómtartalmat

is csökkenti, így is tovább rontva az acél korrózióval szembeni ellenálló képességét. Ez a korábban is bemutatott Cr₂₃C₆ krómkarbid, mely az ausztenit szemcsék szemcsehatárán válik ki. 18% króm és 8% nikkel ötvözesű acélok esetén a kiválás hőmérsékletét mutatja az alábbi 12. ábra [9].



12. ábra: 18-8-as króm nikkel acél egyensúlyi diagramja 0 és 1% karbontartalom között [9]

A diagramból látható, hogy a fent említett acél 0,1 C% karbontartalom mellett 900 °C alatt kétszer ekkora karbontartalom esetén pedig 1000 °C alatt veszíti el homogenitását, alatta a szövetszerkezet γ és karbid heterogén összetétele. A kiválások az ES vonal alatti hőmérsékleteken mennek végbe. Ebben az állapotban nemcsak a korrózióállóság romlik, hanem a szívóssági tulajdonságok is. Ezek a kiválások egyensúlyinál nagyobb hűtési sebesség mellett, levegőn való lehűtés esetén is megjelennek. Ez az állapot megszüntethető egy az ES vonal feletti hevítéssel, ekkor a kiválások oldatba kerülnek, majd ezt követi egy gyors hűtés, így akadályozva a kiválások, karbidok megjelenését. Ezt a hőkezelést elsősorban tehát a homogén szerkezet biztosítására használják, de hidegalakított ausztenites acéloknál is alkalmazzák, de akkor lágyítási céllal. Így biztosítva a hidegen keményített acélnak egy kisebb keménységet, jó szilárdságot, megfelelő szívósságot és jó korrózióállóságot [9].

A hőkezelés tervezése során tekintettel kell lenni, arra, hogy ezen acélok hővezetési képessége mintegy harmad akkora, mint a hagyományos acéloké, míg hőtágulási együtthatójuk 50%-kal nagyobb. A hőkezelés folyamán a túl gyors hevítés repedésveszélyes, ezért a hevítést 400 °C-ig lassan kell végezni. A szokásos hőmérséklet, melyre az acélt hevíteni szokás az 1050 °C.

Ez amiatt is szükséges, mert 1000 °C felett ezen acélok hővezető képessége megduplázódik. Ezen a hőmérsékleten az acél szövete 100%-ban ausztenit. A hőtartási idő az alábbi összefüggéssel számolható [9]:

$$t_h = 20 + \frac{a}{2}$$

Amely összefüggésben az *a* a legnagyobb szelvényvastagság mm-ben, a hőtartási időt ennek segítségével percben kapjuk meg. A hűtés közege áramlatot víz.

Elterjedten alkalmazzák ezt a hőkezelést ausztenites acéllemezek mélyhúzási lépcsőjében szükséges lágyítására. Ekkor általában vékony, jellemzően 0,1–0,2 mm vastag lemezek hőkezeléséről van szó. Ekkor a hevítésre a lehető legnagyobb sebességet kell alkalmazni, hőtartási időre pedig gyakorlatilag nincs szükség. Ilyen mélyhúzással ausztenites acélból készült termék lehet a fogpótló koronákat összekötő hidak, ezzel a kezeléssel érhető el a szemcsehatár menti korrózióval szembeni legnagyobb állóképesség a legjobb szívósság biztosítása mellett [9].

Összefoglalás

Bemutatásra kerültek a korrózióálló acélok három nagy csoportján alkalmazott hőkezelések. Nincs olyan termék, mely a legjobbnak mondható. Azt, hogy melyik kezelést célszerű alkalmazni, vagy hogy a többféle kezelt acélok sorából melyik a megfelelő választás, azt leggyakrabban a feladat, az alkalmazási terület határozza meg. Ha egy feladatra több acél is alkalmasnak bizonyul, akkor gazdasági és tömegbeli eltérések alapján kell a döntést meghozni, arra vonatkozóan, hogy az adott szerkezet milyen alapanyagból kerüljön megvalósításra.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-15-2016-00011 jelű "Fiatalok és Megújuló Egyetem - Innovatív Tu-

dásváros - a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése" projekt részeként - a Széchenyi 2020 keretében - az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg."

Felhasznált irodalom

- [1] Sérgio Souto Maior Tavares, Luis Felipe Guimarães de Souza, Tatiane de Campos Chuvas, Cássio Lapate da Costa Machado, Brígida Bastos de Almeida: Influence of heattreatments on the micro structure and degree of sensitization of base metal and weld of AISI 430 stainless steel, Matéria (Rio J.) Vol. 22, supl.1, on-line version ISSN 1517-7076, <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620170005>.
- [2] Böhler: Szerszámacélok, nemesacélok katalógus, 2017 (letölthető: <https://docplayer.hu/197163-Szerszamacelok-nemesacelok.html> 2019.03.07.)
- [3] https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/IMOA_Shop_Sheet_101.pdf (a letöltés dátuma: 2018.10.28)
- [4] Jithin M, Anees Abdul Hameed, Ben Jose, Anush Jacob: Influence of Heat Treatment on Duplex Stainless Steel to Study the Material Properties, International Journal of Scientific & Technology Research, Vol. 4, Issue 02, pp.291-293. 2015, ISSN: 2277-8616
- [5] M. Rosso, I. Peter, D. Suani: About heat treatment and properties of Duplex Stainless Steels, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol.:59 Issue:01, pp. 26–36, 2013
- [6] Vasile Danut, Cojocaru Nicolae Serban, Mariana Lucia Angelescu, Mihai Cosmin Cotrut, Elisabeta Mirela Cojocaru and Adrian Nicolae Vintila: Influence of Solution Treatment Temperature on Microstructural Properties of an Industrially Forged UNS S32750/1.4410/F53 Super Duplex Stainless Steel (SDSS) Alloy, 2017, doi: 10.3390
- [7] Angelo Fernando Padilha, Ronald Lesley Plaut, Paulo Rangel Rios: Stainless steel heat treatment, 2007
- [8] Angelo Fernando PADILHA, Ronald Lesley PLAUT, Paulo Rangel RIOS: Annealing of Cold-worked Austenitic Stainless Steels, J-Stage Vol.: 43, Issue:02, pp.135-143, doi:10.2355, 2003
- [9] Dr. Zorkóczy Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat, Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1996

*Erdős Antal Gábor
PhD hallgató, Miskolci Egyetem



3M Munkavédelem



Science.
Applied to Life.



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

corweldplus.hu

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

POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

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

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

- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmarók
- mágnes talpas fűrőgépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm®

Kovács Judit*, Németh Gréta**, Raghawendra Sisodia***, Gáspár Marcell****, Jámor Péter*****

Hőhatásövezeti tulajdonságok fizikai szimulációra alapozott vizsgálata 7075-t6 autóiipari alumíniumötvözet esetén

Napjainkban az autóiipar egyre növekvő igényt mutat a nagyszilárdságú alumínium ötvözetek iránt, egyedülálló tulajdonságaiknak köszönhetően. Kis sűrűségük, illetve a tömegegységre vonatkoztatott jelentős szilárdságuk és merevségük miatt az alumínium ötvözetek alkalmazása előnyös az üzemanyagfogyasztás szempontjából, ezáltal a gazdaságosabb üzemeltetés fogyasztói követelményének is eleget tesz. A jármű sajáttömegének csökkenésének eredményeként a károsanyag kibocsátás mértéke is visszaesik. Mindezek ellenére számos akadálya van a nagyszilárdságú alumínium ötvözetek karosszériaelemekben való széleskörű alkalmazásának, úgymint a korlátozott alakíthatóságuk és hegeszthetőségük. Jelen kutatómunkában a nagyszilárdságú alumínium ötvözetekből készült karosszériaelemek alakítására kifejlesztett HFO (Hot Forming and in-die Quenching: melegalakítás és szerszámban történő edzés) eljáráshoz tartozó hőkezelések hegeszthetőségre vonatkozó hatását vizsgáltuk fizikai szimuláció segítségével a 7075-T6 (AlZn5.5MgCu) alumínium ötvözet esetén. A kísérleteink célja annak elemzése volt, hogy a HFO eljáráshoz kapcsolódó speciális hőkezelések alkalmazása után a 7075 alumínium ötvözet szilárdsága milyen mértékben közelíti meg az alakítás és a hegesztés előtti T6 szállítási állapotot. Annak érdekében, hogy a próbadarabok eredeti, illetve a szimulációt követő tulajdonságait összehasonlíthassuk, keménység- valamint optikai mikroszkópos vizsgálatokat végeztünk.

Bevezetés

Az utóbbi néhány évben az alumínium ötvözetek járművekben történő felhasználása példátlan növekedést mutatott az összes többi alkalmazási lehetőséghez képest. Ennek egyik oka, hogy a tervezőmérnökök előnyben részesítik az alumínium ötvözeteket a 2025 évi határidőre előírt üzemanyag emissziós normák teljesítésének érdekében. Az elektromos járművek forradalma miatt szintén megnőtt az igény az alumínium ötvözetek nagyobb mennyiségben történő felhasználására. Az elektromos jármű-

vek piacán a fogyasztók elsődleges elvárása – a költségek csökkentése mellett – az egy töltéssel megtehető táv növelése. Annak érdekében, hogy az adott akkumulátor méretéhez és tömegéhez képest nagy hatótávolságot érjünk el, a villamos hajtású autók saját tömegének csökkentésére van szükség. Az alumínium ötvözetekben pedig a tömegcsökkentés szempontjából rendkívüli lehetőségek rejlenek, mivel alacsony a sűrűségük, amelyhez viszonyítva szilárdságuk és merevségük jelentős. Az alumínium további kiemelkedő tulajdonsága, hogy kivá-

ló feltételek mellett újrahasznosítható. Ha a bauxit feldolgozásához szükséges energiát száz egységnek tekintjük, akkor a hulladékalumínium feldolgozásához szükséges energia mennyisége csupán öt egység. Az alumínium tehát rendkívüli újrahasznosíthatósággal és alacsony másodlagos energiaköltséggel rendelkezik. Az autógyártás területén szinte minőségvesztés nélkül visszaforgatható, amely lehetővé teszi az alumíniumipar számára, hogy képes legyen újrahasznosítani az összes rendelkezésre álló hulladékot az új alumínium ötvözet előállításához szükséges energia mintegy 5%-ával. Mindezen tulajdonságai alapján elmondható, hogy visszanyerhetősége miatt az alumínium környezetbarát elem [1, 2, 3].

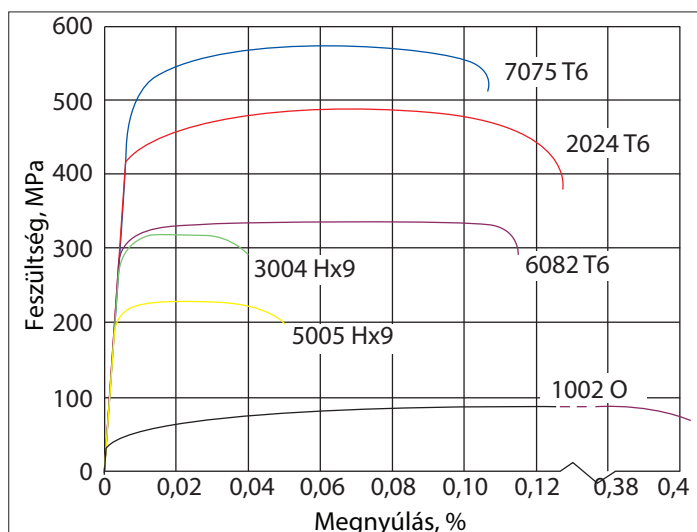
Napjainkban még a nemesíthető alumínium ötvözetek csoportjába tartozó nagyszilárdságú 7075-T6 alumíniumlemezek felhasználása főleg a repülőgépek és a prémiumkategóriás autók gyártására korlátozódik a magas alapanyagár és az összetettebb, ezáltal pedig költségesebb gyártástechnológiák (alakítás, hegesztés) miatt. Jelen kutatómunka célja olyan eljárás kifejlesztésének segítése volt, amelynek alkalmazásával a 7075-T6 ötvözetből készült karosszériaelemek előállítása gazdaságosan, a szilárdsági tulajdonságok romlása nélkül megvalósítható, ezáltal elérhetővé téve a közép kategóriás autókban történő felhasználást. Ez a célkitűzés az egyik jelenleg is fejlesztés alatt álló gyártástechnológia, a HFO eljárás valósulhat meg.

Alumínium ötvözetek a járműiparban

Az alumínium egyre terjedő felhasználásának alapját kedvező tulajdonságai hordozzák, úgymint a kis sűrűség, jó hő- és villamos vezetőképeség, jó alakíthatóság, kiemelkedő korrózióállóság, valamint ötvözes mellett az acélokhöz mérhető szilárdság és szívósság. Ezeket a tulajdonságokat az iparban széleskörűen kihasználják több ágazatban is, például az elektronikában, az űrtechnológiában, a csomagolóiparban és



1. ábra: Nagyszilárdságú alumínium ötvözetek a járműiparban [2]



2. ábra: Ötvözetcsoporthoz jellemző szilárdsága [2]



3. ábra: Személygépkocsi karosszéria [6]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Egyéb
0,4	0,5	1,2–2	0,3	2,1–2,9	0,18–0,28	5,1–6,1	0,2	0,15

1. táblázat: Ötvöző mennyiségek a 7075 alumínium ötvözetben [7]

a járműiparban. Az alumínium ötvözetekből készült termékek sokszínűségét és a nagyszilárdságú alumínium ötvözetek járműiparban betöltött szerepét az 1. ábra szemlélteti [2].

A 7075 alumínium ötvözet (AlZn5,5MgCu) az Al-Zn ötvözetek (7xxx) csoportjába tartozik, amelyek a legnagyobb szilárdságú nemesíthető alumínium ötvözetek. A különböző ötvözetcsoporthoz tartozó egy-egy, az iparban alkalmazott jellemző ötvözet típus szilárdságát a 2. ábra szemlélteti [2].

Ennek az anyagminőségnek egyedülállóan pozitív tulajdonsága, hogy ún. ön-nemesedő ötvözet, azaz levegőn hűlve is telített szilárdoldatos állapot alakul ki (a felhevítés hatására képződött szilárd oldat még viszonylag lassú lehűtésekor is túltelített marad), majd pár hónap alatt lezajlik a természetes öregedés. Ez a tulajdonság igen kedvező hegesztett szerkezetek gyártásakor, mert az elfogadható szilárdság utóhőkezelés nélkül is (részben) elérhető, azonban az ötvözet rácsközi korrózióra hajlamos [4, 5].

A nagyszilárdságú alumínium ötvözetek új generációját, így a 7075-ös alumínium ötvözetet is széles körben használják. Mivel ennek az anyagminőségnek nagy a fajlagos szilárdsága, így elsősorattal alkalmazzák számos gépjármű vázszerkezetéhez, beépíthető paneleknél, fékházaknál, légtérrelők anyagaként. Jelenleg azonban elsősorban még a prémiumkategóriás autók elterjedt karosszéria alapanyaga. A 3. ábrán látható sportkocsi karosszériában a kék részek jelölik a nagyszilárdságú alumínium ötvözeteket [6].

A 7075-ös alumínium ötvözet fő ötvözőeleme a cink és a magnézium, emellett tartalmaz még szilárdságnövelő, önthetőség-növelő ötvözőket, amelyeknek mennyiségeit az 1. táblázat tartalmazza.

A HFQ eljárás

A HFQ eljárás egy olyan gyártástechnológiai folyamat, amely egy művelten belül kombinálja az alakítás- és hőkezeléstechnológiát. Ez a módszer lehetővé teszi, hogy komplex bonyolult geometriai alakot adjunk az egyébként nehezen alakítható nagyszilárdságú alumínium ötvözeteknek, amely személygépkocsi karosszériaelemek esetén alapvető elvárás [10, 11, 12].

A folyamat első lépése, hogy az alumínium lemezt az ötvözők oldódási hőmérsékletére hevítik (SHT: solution heat treatment). Ez a hőmérsékletközlés feloldja a kiválásokat, amelyek így túltelített szilárd oldatot létrehozva beépülnek az eredeti alumínium mátrixba, amely már jól alakítható. Ebből következően a szilárdság és a maradó feszültségek csökkennek, az alakíthatóság pedig nő a diszlokációk szabad mozgása révén. Az oldó izzítás után a lemezt hideg sajtoló szerszámok közé helyezik, és a kívánt geometriai alakra alakítják. Az oldódási hőmérsékletre hevített lemeznél a hideg szerszámokkal való érintkezés hatására nagy sebességű, jelentős hőelvonás jön létre, ez teszi lehetővé a felhevítés utáni homogén szilárd oldat „befagyaszttását” ezzel fenntartva a kedvező alakítha-

tósági tulajdonságokat. A lemez tehát nagy hűlési sebességgel szobahőmérsékletre hűl, amely folyamat gyorsasága révén egy túltelített szilárd oldatos szövetszerkezet képződik [10, 11, 12].

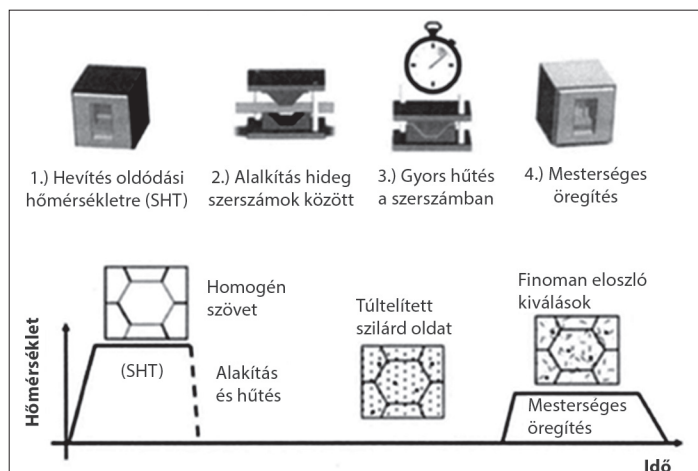
A sikeres préselést követően a karosszériaelemek egyesítése, hegesztése következik. Ezután az összeszerelt karosszéria a festőüzembe kerül, ahol a festéshez szükséges hőkezelést összekapcsolják a mesterséges öregítéssel, amelynek köszönhetően az alumínium ötvözet elnyeri a növelt szilárdsági állapotát. Tekintettel arra, hogy a gyártási láncban nem áll rendelkezésre elegendő idő a klasszikus értelemben vett mesterséges öregítés teljes elvégzéséhez (6082-T6 ötvözet esetén 190 °C 8 óra, a 7075-T6 ötvözet esetén pedig 120 °C 24 óra), ezért ún. előregítést alkalmaznak az összeszerelési láncban. A HFQ folyamatot sematikusan a 4. ábra szemlélteti [10, 11, 12].

Kísérleti terv

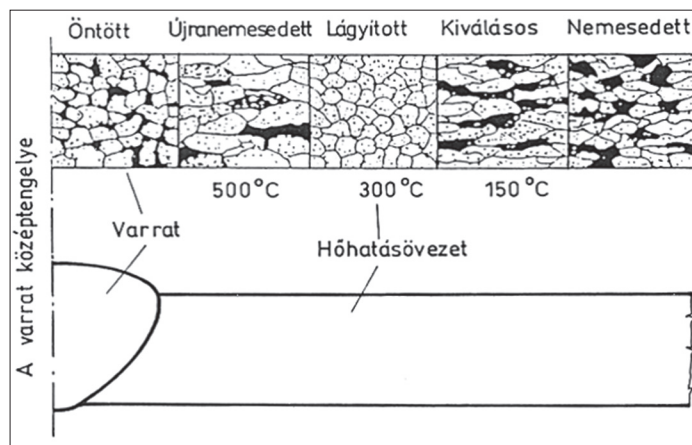
Kutatómunkánk tervezése során az elvégzendő kísérleteket két szakaszra osztottuk. Az első szakaszban a beolvadási vonaltól távolodva a nemesíthető alumínium ötvözet hőhatásövezetének különböző részeit (5. ábra) vizsgáltuk meg, amelyhez szakirodalmi ajánlások figyelembevételével négy csúcshőmérsékletet választottunk a hőhatásövezeti hőkiklusok fizikai szimulációval történő előállításához. A 7075 alumínium ötvözetben a kiválások kialakulása a következőképpen írható le:

telített α szilárd oldat $\rightarrow$ GP zónák $\rightarrow \eta'$ (MgZn₂) $\rightarrow \eta$ (MgZn₂). (1)

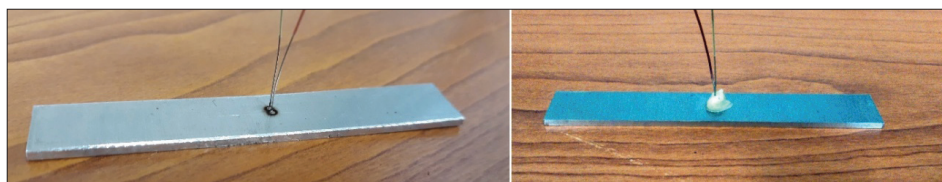
Az ötvözetben a hozzáadott réz elősegíti a GP zónák η' fázisba való átalakulását és stabilizálja a η fázist. Az



4. ábra: A HFOQ folyamat sematikus ábrázolása [13]



5. ábra: Egy nemesített alumíniumötvözet hőhatásövezetének felépítése [14]



6. ábra: Cement nélkül és cementtel erősített termoelemek a fizikai szimulációs próbatesteken

első választott hőhatásövezeti hőmérséklet 280 °C volt. Ezen a hőmérsékleten az anyag oldott állapotban tartalmaz η' fázist, maradék η' fázist és kis mennyiségű η fázist. A következő vizsgált hőmérsékleten (380 °C) az anyag nagy mennyiségű η fázisból és kis mennyiségű telített szilárd oldatból áll. 440 °C közelében kezd a η fázis feloldódni, 550 °C környékén pedig szemcsedurvulás következik be, és már csak kis mennyiségű szilárd η fázist tartalmaz az oldat.

A kísérleti munka ezen szakaszában alapvetően a hőhatásövezet kilágyulási hajlamának számszerűsíthető jellemzésére törekedtünk. A hőhatásövezetben létrejövő sávok a valós hegesztett kötésben csekély kiterjedésük miatt csak korlátozottan vizsgálhatók. A Gleeble 3500 fizikai szimulátor segítségével viszont az alapanyagból kimunkált próbatesteken a hőhatásövezet különböző részei, a későbbi anyagvizsgálatoknak kedvező mérettartományban precízen előállíthatók [8].

A hőhatásövezeti hőciklusok előállításához tekintettel a 1,5 mm lemezvastagságra a Rykalin-2D modellt használtuk fel, figyelembe véve a 7075-T6 alumínium ötvözet hőfizikai jellemzőit [17]. Csúcshőmérsékletként 4-4 próbatesten végeztünk hőhatásövezeti szimulációkat. A fizikai szimulációt követő keménységvizsgálatokat ennek megfelelően összesen 16 próbatesten végeztük el. Ezen mérési

szakaszt azzal zártuk, hogy a leggyengébb láncszem elvét követve kiválasztottuk azt a hőmérsékletet, amelynek a szimulációkban történő alkalmazásának hatására a próbadarabok a legkisebb keménységet eredményezték. Kísérleteink második szakaszában ehhez a hőmérséklethez tartozó hőhatásövezeti résznek a javítását tűztük ki célul elő- és utóhőkezelések alkalmazásával.

A második vizsgálati szakasz célja már annak elemzése volt, hogy a HFO eljárásra jellemző hőkezelések alkalmazásával a 7075-T6 alumínium ötvözet hőhatásövezetének szilárdsága milyen mértékben közelíti meg a hőkezelések előtti szállítási állapotot (T6). Az előzőekben kiválasztott hőmérsékleti értéket további három technológiai folyamat (többek között előöregítés, hegesztés utáni öregítés) segítségével vizsgáltuk. Ezután optikai mikroszkópos és keménységvizsgálatokat végeztünk a fizikai szimulációs próbatesteken. Mindhárom eljárástípus fizikai szimulációját 4-4 próbatesten futtatuk le szintén a két különböző vonalenergiának megfelelően.

A hőhatásövezet kilágyulási hajlamának jellemzése fizikai szimulációval

A fizikai szimulációs kísérleteknél alkalmazott alumínium vékonylemezből kimunkált próbatestek méreteit a Gle-

eble kézikönyv ajánlásai alapján határoztuk meg: 70 mm x 10 mm x 1,5 mm. A hőhatásövezeti hőciklusok előállításához meg kellett határozni a kísérlet során alkalmazott csúcshőmérsékleteket és vonalenergia értékeket.

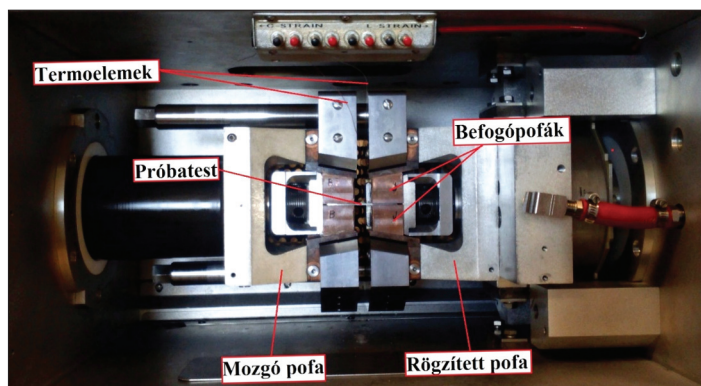
A csúcshőmérsékletek kiválasztása az alapanyagban végbemenő anyag szerkezeti változások figyelembevételével történt (550 °C, 440 °C, 380 °C, 280 °C). A hőbevitel hatásának elemzése érdekében pedig egy kis és egy nagy hőbevitellel történő semleges gázvédelmű volfrámelektrodos ívhegesztés során kialakuló hőhatásövezet előállítását céloztuk meg. Ennek megfelelően, az adott lemezvastagsághoz tartozó reális határokat figyelembe véve, az általunk alkalmazott vonalenergia a kísérleteinkben 100 J/mm és 200 J/mm volt [9].

A 450 °C feletti hőmérsékleten fennáll a fizikai szimuláció során használt termoelemek leolvadásának veszélye, ezért biztonsági okokból a 440 °C és az 550 °C vizsgálati hőmérsékletek esetén cementezéssel védtük a kötések. A 6. ábra bal oldalán a termoelemmel ellátott, míg jobb oldalon a cementtel előkészített próbatest látható.

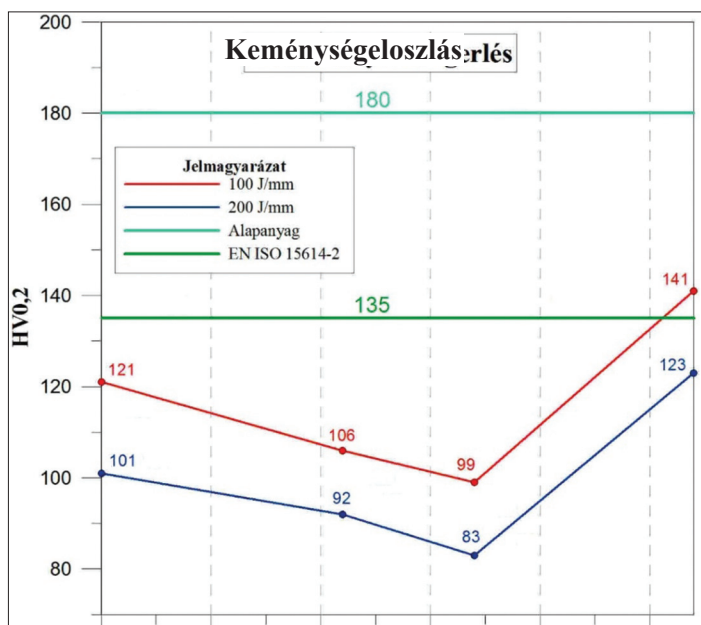
A Gleeble munkaterének felépítését és az előbb leírt paramétereknek megfelelően befogott próbadarabunkat a 7. ábrán szemléltettük. A fizikai szimulátor segítségével a kívánt hőhatásövezeti sávot, a befogópofák közötti távolság, illetve a vizsgálati paraméterek függvényében, akár 5-6 mm szélességben, homogénen elő tudjuk állítani [8, 16].

Minden próbatest keresztmetszetén Mitutoyo mikrokeménységmérő alkalmazásával öt keménység lenyomatot készítettünk a 8. ábrának megfelelően.

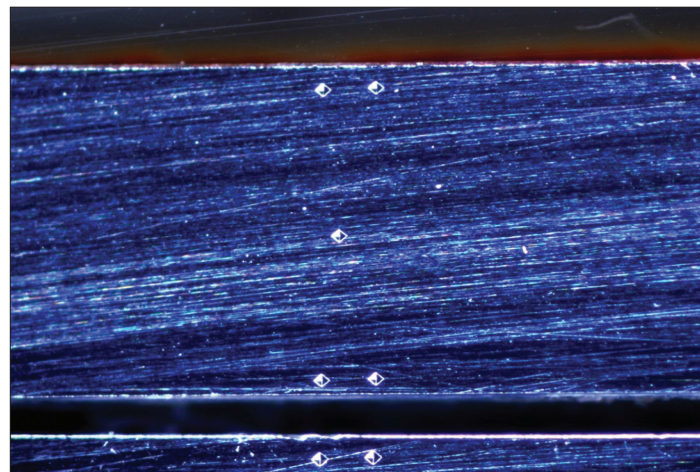
A hosszirányban hengerelt minták Vickers keménységértékeit (HV0,2) a



7. ábra: Gleeble 3500 munkaterének részei



9. ábra: A hőhatásövezet keménysége a csúcshőmérséklet függvényében



8. ábra: Keménységmérési pontok elhelyezkedése

szimuláció során alkalmazott csúcshőmérsékleteknek megfelelően a 7. ábrán vonaldiagram segítségével szemléltettük.

Annak érdekében, hogy a próbadarabok eredeti, illetve a szimulációt követő keménységét összehasonlíthassuk, az alapfémen is elvégeztük a keménységvizsgálatot, valamint az MSZ EN ISO 15614-2 szabvány releváns fejezetei alapján számszerűsítettük az adott alumínium ötvözet-re vonatkozó követelményt. A vizsgált alumínium ötvözetünk a CR ISO 15608 szabványban meghatározott anyagszámok közül a 23.2 csoportba tartozik, ennek megfelelően az MSZ EN ISO 15614-2 szabvány 2. táblázata alapján a hegesztett kötésekre előírt szakítószilárdsági érték az alapanyag szakítószilárdságának 75%-a. Mivel a szabvány a keménységre vonatkozóan nem tartalmaz külön előírást, ezért a keménységvizsgálatok után kapott eredmények kiértékelését is ennek a követelménynek megfelelően végeztük el, tekintettel arra, hogy korreláció van

a keménység és a szakítószilárdság között. Ennek megfelelően a T6 állapotú alapanyag 180 HV_{0,2} keménysége esetén a követelmény 135 HV_{0,2} értékre adódott. Az eredményekből jól látható, hogy a hegesztési hőbevitel következtében a vizsgált alumínium ötvözet a hőhatásövezetben jelentősen kilágylt. A vonalenergia növelésével pedig a hőhatásövezet keménysége tovább csökkent. A kilágylás mértéke a vizsgált csúcshőmérsékletek közül a hőhatásövezet 380 °C-ra hevült sávjában volt a legkritikusabb (lásd 5. ábra lágyított hőhatásövezeti sáv). Összességében megállapítható, hogy a vizsgált hőhatásövezeti sávok keménysége - egy kivételtől eltekintve - elmaradt a szabvány figyelembevételével elvárt keménységtől.

A fizikai szimulációs kísérletek második szakasza

Kutatómunkánk második szakaszában a HFQ folyamat hőhatásövezet-re gyakorolt lehetséges pozitív hatá-

sát elemeztük fizikai szimuláció segítségével. A leggyengébb láncszem elvet követve az előző fejezetben meghatározott legkisebb keménységű hőhatásövezeti sáv ($T_{max} = 380\text{ °C}$) tulajdonságait vizsgáltuk három lehetséges technológiai változat, és a hozzájuk tartozó hőkezelések figyelembevételével. Fontosnak tartjuk kihangsúlyozni, hogy a jelen kísérlet-sorozat során csak a különböző hőkezelési utakat vettük figyelembe, a kísérletek nem tértek ki az alakítás hatásának vizsgálatára.

Az első és a második eljárás lényegében a HFQ folyamat alkalmazásának két lehetséges esetét szemlélíti. Az első változat oldó izzításból és gyors lehűtésből, előregítésből, 380 °C-os hőhatásövezeti hőciklusból és befejező lépésként a festő üzemben alkalmazott utóhőkezelésből (részleges öregítésből) állt. Az I. folyamat idő-hőmérséklet (t-T) diagramja a 10. ábrán látható. A II. és a III. eljárás esetében a vizsgálati paraméterek megegyeztek az I. eljárásnál alkalmazottakkal, azaz a különbséggel, hogy a II. eljárás (11. ábra) során az előregítési szakasz kihagyásával dolgoztunk, míg a III. eljárás (12. ábra) csak hőhatásövezeti és utóhőkezelési hőciklusokból állt. A diagramokon szereplő 150 °C-os előmelegítés alkalmazására a termoelemek rögzítését ellátó cement kikeményítése miatt volt szükséges.

A fizikai szimulációs vizsgálatok lefuttatása után optikai mikroszkópos vizsgálatokat végeztünk 200x nagyításban. A mintákat az alumínium ötvözetekhez ajánlott Barker-maratóssal készítettük elő. Ennek az eljárásnak a célja az, hogy a Barker marósszer (5 g fluorbórsav + 200 ml víz) hatására oxidréteg keletkezzen a felületen. A különböző orientációjú szemcséken el-

ez viszont a gyártási idő, ezáltal pedig a költségek növekedését eredményezi.

Összefoglalás

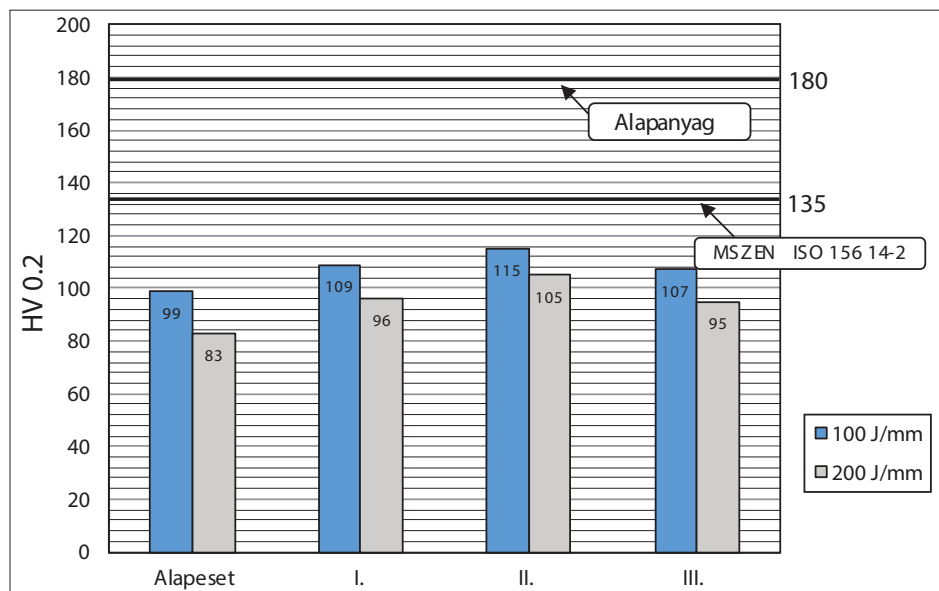
A kutatómunka eredményeit összefoglalva elmondható, hogy a cikkben ismertetett fizikai szimulációs kísérletsorozat elvégzésével sikerült előállítani a 7075-T6 alumínium hőhatásövezetének különböző részeit, amelynek eredményeként beazonosítottuk a kilyagulásra leginkább hajlamosabb sávot. Megállapítottuk, hogy a hőhatásövezet kritikus részében a keménység az előírások által megkövetelt kritikus érték alá csökken. Az eredmények szintén rávilágítottak arra, hogy 100 J/mm vonalenergia alkalmazása mellett kivétel nélkül minden hőhatásövezeti csúcshőmérséklet esetén kedvezőbb keménységértékeket kaptunk, ezért a hegesztési paraméterek megválasztásánál célszerűbb ezt az értéket választani a 200 J/mm vonalenergiával szemben. A HFQ eljárashoz kapcsolódó hőkezelések tekintetében érdemes kiemelni, hogy mindhárom változat pozitív hatással volt a vizsgált próbatestek keménységére, azaz a hegesztést követő utóhőkezelés (mesterséges öregítés) hozzájárul a hőhatásövezet keménységének növekedéséhez. Legkedvezőbb technológiai útnak a II. eljárás bizonyult, amely oldó izzításból, hegesztésből és a festőüzemben alkalmazott hőkezelésnek megfelelő hőciklusból (részleges mesterséges öregítésből) állt.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-15-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalomjegyzék

- [1] G. Djukanovic, D. Richter: Latest Trends for Aluminium Demand in Automotive Industry. Market review, Vogel Communications Group GmbH & Co., 2018.
- [2] Balogh A., Lukács J., Török I. (szerk.): Hegeszthetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai. Kutatások járműipari acél és alumínium ötvözet anyagokon, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. pp. 60-72, pp. 202-209.



14. ábra: Keménységmérési eredmények a keresztirányban hengerelt próbatestek esetén

- [3] Papp Zs.: Járműiparban alkalmazott nagyszilárdságú alumínium ötvözetek ellenállás ponthegesztése, BSc Szakdolgozat, Miskolc, 2017. pp. 1-5.
- [4] Pósalaky D., Lukács J., Török I.: Certain Weldability Problems of 6082-T6 Aluminium Alloy and the Mechanical Properties of the Welded Joints, Materials Science Forum 885 pp. 251-256. 2017
- [5] <https://www.makeitfrom.com/material-properties/7075-AlZn5.5Mg-Cu-3.4365-2L95-A97075-Aluminum> (letöltés dátuma: 2018.11.02.)
- [6] Dobosy Á., Gáspár M., Török I.: Resistance Spot Welding of 7075 Aluminium Alloy, Miskolc, 2018., pp. 679-681.
- [7] <https://www.unitedaluminum.com/united-aluminum-alloy-7075/> (letöltés dátuma: 2018.09.15.)
- [8] Gáspár M.: Nemesített nagyszilárdságú szerkezeti acélok hegesztéstechnológiájának fizikai szimulációra alapozott fejlesztése. PhD értekezés, Miskolc, 2016., pp. 22-31, pp. 55-58.
- [9] <http://hegeszto.5mp.eu/web.php?a=-hegeszto&o=MnIIMZZA4h> (letöltés dátuma: 2018.10.13.)
- [10] Gáspár M., Dobosy Á., Jámor P., Kaijalainen A., Tervo H., Török I.: A hőkezeltségi állapot hatása az Al-Si1Mg alumínium ötvözet ellenállás ponthegesztésére. Hegesztéstechnika, XXIX. évfolyam, 3. szám, 2018. pp. 53-57.
- [11] Gál V.: Nagyszilárdságú alumíniumok alakíthatóságának elemzése, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, XII évfolyam, 4. szám, 2017. pp. 27-34.
- [12] Tisza M., Lukács Zs., Kovács P. Z., Budai D.: Research developments in sheet metal forming for production of lightweight automotive parts. Journal of Physics – Conference series 896, pp. 1-10. (2017)
- [13] Raugei M., Fakir O. E., Wang L., Lin J., Morrey D.: Life cycle assessment of the potential environmental benefits of a novel hot forming process in automotive manufacturing. Journal of Cleaner Production, 83. pp. 80-86., 2014.
- [14] Baránszky-Jób I., Konkoly T., Romvári P.: Hegesztési kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985. pp. 719-749.
- [15] Oyedemi K., McGrath P., Lombard H., Varbai B.: A Comparative Study of Tool-Pin Profile on Process Response of Friction Stir Welding of AA6082-T6 Aluminium Alloy, Periodica Polytechnica - Mechanical Engineering, 61 (4), 2017. pp. 296-30.
- [16] Koritárné Fótos, R., Koncsik, Zs., Lukács, J.: A fizikai szimuláció és alkalmazása az anyagtechnológiákban, „Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban” című konferencia, Szolnok, 2012.
- [17] Balogh, A.: A hegesztés hőfolyamatai, Oktatási segédlet, Hegesztő Szakmérnöki, Jegyzet, 2010, p. 18.

*Kovács Judit, MSc hallgató;

**Németh Gréta, MSc hallgató;

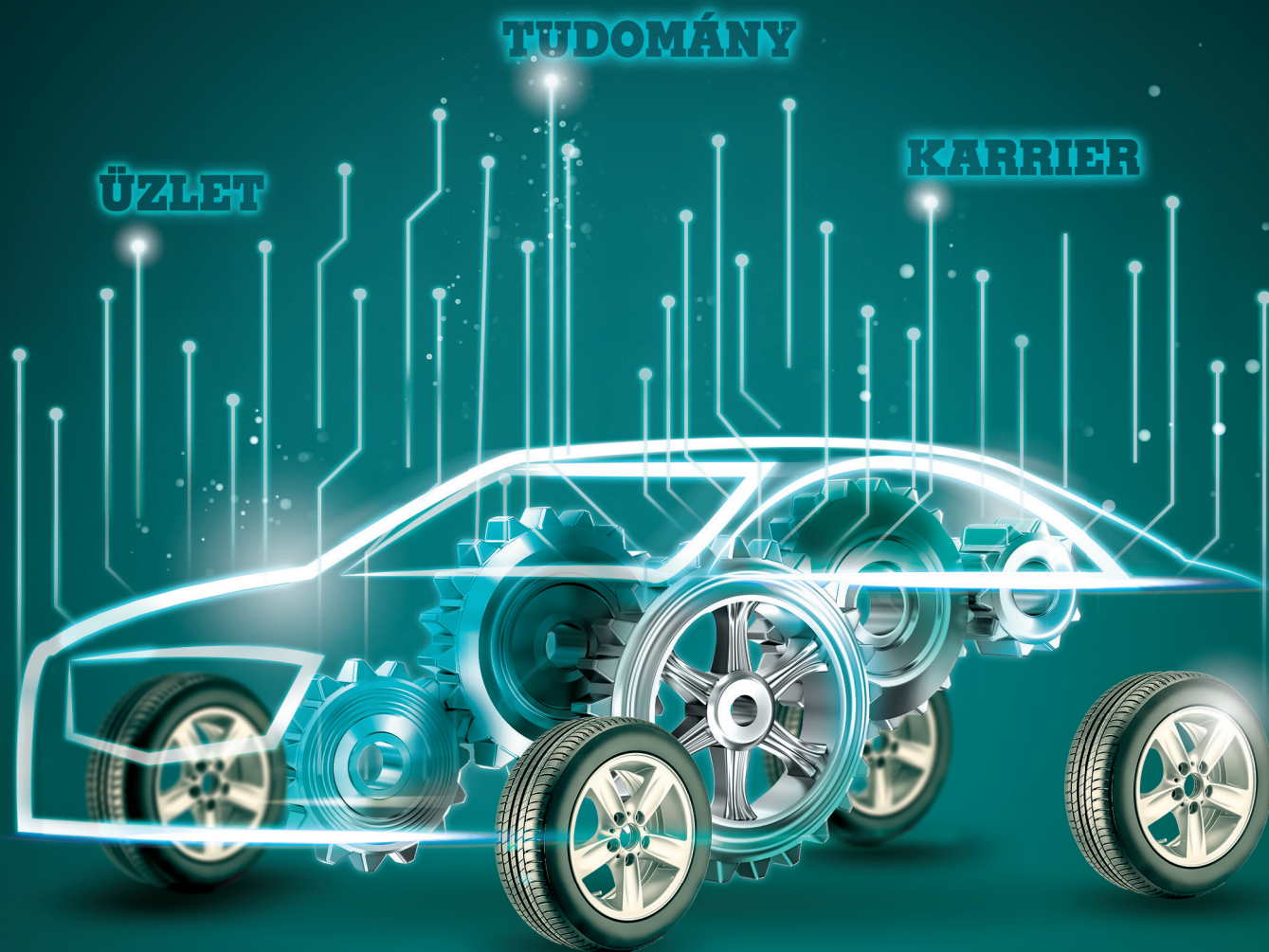
***Raghawendra Sisodia, PhD hallgató;

****Gáspár Marcell, adjunktus;

*****Jámor Péter, tanszéki mérnök

Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Gépészmérnöki és Informatikai Kar Miskolci Egyetem

Jövőd motorja



AUTOMOTIVE HUNGARY

7. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiallítás

2019. október 16–18.



hungexpokiállítás
programod van

AUTOMOTIVE HUNGARY 2019

7. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiallítás

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

Kiemelt programok:

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

Kedvezményes jelentkezési határidő kiállítók számára:
2019. május 31.

Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:

automotivexpo@hungexpo.hu; www.automotivexpo.hu

TELJESÍTMÉNYTARTALÉK, MINT A TURBÓFELTÖLTŐNÉL

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

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



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



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



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

LORCH
smart welding

Dr. Gremesberger Géza, Phd.

A 3-D nyomtatás néhány jellemzője

Irodalmi áttekintés [1] [2]

A hegesztett szerkezetek gyártásában egyre inkább előtérbe kerül az a törekvés, hogy éppen a hiányzó humán erőforrás miatt, minden olyan lehetséges eljárást, technológiákat megpróbáljanak a termelésbe bevezetni, amelyek segítségével mind a termelékenység, mind a termék minősége lényegesen javul és ezt általában kevesebb dolgozóval kívánják elérni. A gépesítés (robotok alkalmazása) a munkaerőhiányt kompenzálhatja.

A hegesztéstechnológiában is alkalmazott eljárás, amelyet különös módon, vagy mondhatjuk szokatlanul 3-D-nek és nyomtatásnak neveznek lényege, hogy a hegesztőfej, a megadott program szerint úgy mozog, hogy olvasztással egymásra rakódó és megdermedő rétegekkel készíti el a rajz szerinti munkadarabot lehetőleg az előírt méret- és alakpontossági tartományon belül.

A minőségi és gazdasági szempontokat tekintve alapvető fontosságú a rendelkezésre álló és már üzemi használatra kifejlesztett eljárások közül egy-egy feladathoz a leginkább alkalmas kiválasztása. Pontosabban a helyes leolvasztási (megömlesztési) eljárás megválasztása és alkalmazása. Ez lehetőséget ad az egyes gyártási eljárások megkülönböztetésére is.

Az eljárás általános előnye, hogy vele bonyolult munkadarabok is készíthetők. Alapvetően két eljárást különböztetnek meg – az egyiknél por „alakú” hegesztőanyagot olvasztanak le és a másiknál huzalt.

Fontos megemlíteni, hogy a műanyaghegesztés területén már igen fejlett eljárásváltozatokat alkalmaznak még a magán kisiparban is.

A műanyagipari berendezésekhez viszonyítva a fémipari berendezések beszerzési árai nagyobbak, és ezek általában az iparban vagy a kutatás területén nyernek alkalmazást.

Az eljárás egyik jellemzője, hogy a viszonylag hosszú felrakó műveleti idő alatt előnyös tulajdonságú kom-

plex struktúrák alakulnak ki, olyanok, amelyek a „klasszikus” (hagyományos) gyártási eljárás során csak nehezen vagy egyáltalán nem jönnek létre.

Ezt a gyártástechnológiát gyakran egyedi vagy kisorsozatok előállításához alkalmazzák különösen olyan esetekben, amikor a hagyományos gyártás túl költséges. Ilyen eset pl. a műfogak, turbófeltöltők gyártása.

Az anyagátmenet/anyag-hozzávezetés és az energiaforrás áttekintése, kapcsolata fémből készült munkadarabok gyártása esetében.

A napjainkban alkalmazott additív/felrakó eljárásokat általában az anyagátmenet és az energiaforrás szerint osztályozzák. (Lásd az 1. táblázatot.)

A következőkben az egyes változatok jellemzőit mutatjuk be:

ad1/ Porágy:

Ma ez a leggyakrabban használt változat. A port rétegről – rétegre viszik fel és így a munkadarab felületén rétegenként megömlesztve „épül fel” a gyártmány.

Az energiaforrás szinte kizárólag a lézersugár vagy elektronsugár.

Erre a technológiára vonatkozó angol kifejezések: *LBM – Laser Beam Melting* (Lézersugaras megömlesztés) és *EBM – Electron Beam Melting* (Elektronsugaras megömlesztés).

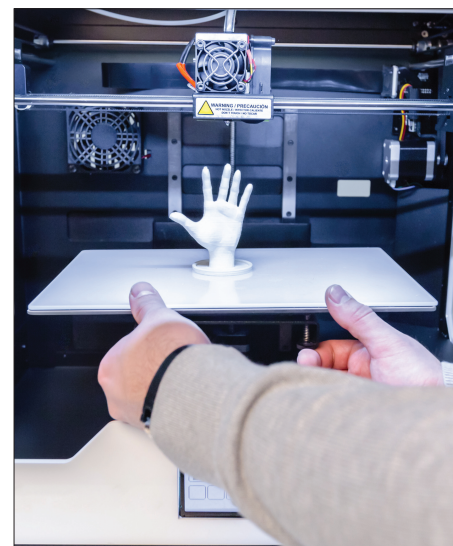
ad2/ Fúvásos poradagolás:

A poradagoláshoz (szóráshoz) hordozógáz szükséges. Ennél az eljárásnál az elektronsugár, mint energiaforrás nem nyer alkalmazást.

A lézersugaras poradagolásos fémfelrakás (szórás) a gyakorlatban előfordul.

Ennek az eljárásnak angol megnevezése: *Laser Metal Deposition – LMD* (Lézersugaras Fém Felrakás) és az additív technológiához alkalmazzák.

A villamosív alkalmazása a felrakó hegesztés esetére már régebben is ismert és alkalmazott eljárás – ez **plazmasugaras poradagolásos felrakó ívh-**



gesztés, amelyet igyekeznek az additív (rétegenként adagolt) eljárásban is alkalmazni.

ad3/ Huzal (tömör) hozzávezetés:

Ehhez az additív (adagoló) eljárásfajtához valamennyi energiaforrás felhasználható és a hegesztőanyag kedvező alacsony ára következtében az alkalmazása egyre inkább terjed.

Gyakori eljárásváltozatok

Lézersugaras megömlesztés:

Az additív LBM eljárás esetében a 3-D nyomtatás a porágyban történik. A megvalósításához szükséges maga a gyártóeszköz és a fémpor mellett az izzószáll (filament) és a védőgáz. Ez utóbbi a megömlesztett porból keletkezett ömledéket megvédi a levegőtől.

A kapcsolódó eljárásváltozatok megnevezései:

- Selective Laser Melting – SLM;
- Direct Metal Laser Sintering (DMLS),
- Lasercrusing.

A lézersugaras megömlesztés helyezési pontossága nagyobb, mint a többi

Anyag-hozzávezetés változatai	Energiaforrás		
	Lézersugár	Elektronsugár	Villamos ív/Plazmasugár
1/ porágy	x	x	
2/ fúvásos poradagolás	x		x
3/ (tömör) huzal hozzávezetés	x	x	x

1. táblázat. Az anyag-hozzávezetés és energiaforrás kapcsolata

eljárással elérhető. Az egyes rétegek elhelyezése különösen pontos, és biztonságosan előállítható.

Ez a nagy pontosság biztosítja, hogy az elkészült munkadarabok méretszórása szűk tűréstartományba esik.

Szemben az elektronsugaras megömlesztési eljárással (EBM - Electron Beam Melting) a lézersugaras eljárás lassúbb a lézersugár hordozó miatt.

Az egyes lézersugaras ömlesztő berendezéseket gyártók több lézersugarat előállítani képes berendezéseket is kínálnak.

Elektronsugaras megömlesztés

Az EBM (Electron Beam Melting) eljárás szintén additív módszer (eljárás, amely 3-D nyomtatáshoz porágy esetében alkalmazható, de a lézersugaras eljárással szemben itt vákuumban történik a 3-D nyomtatás) a művelet. Így az atmoszférától az elzárás megoldott. A megömlesztési folyamatra a védőgáz nincs hatással/befolyással. Összehasonlítva a lézersugaras eljárásváltozattal az elektronsugaras eljárással kevésbé pontos munkadarabok készíthetők.

Az elektronsugárnak nagy az energiasűrűsége és a 3-D nyomtatási folyamat nagy hőmérsékleten történik, ennek egyik eredménye a nagyobb kiterjedésű megömlött rész/terület. A gyártmány pontossága kedvező, mert a többi eljárás viszonyítva a tűrésmező szűk.

Jellemző, hogy a nagy műveletközi hőmérséklet miatt célszerű hűtőgázt is használni a 3-D nyomtatási művelet befejezése után.

A nagy műveleti sebesség olyan jellemző, ami az elektronsugár gyors elterítését teszi lehetővé.

Lézersugaras poradagolásos fémfelrakás (szórás)

Az LMD (Lézersugaras Fémfelrakás – Laser Metall Deposition) eljárás jellemzője, hogy a por közvetlenül a megömlesztési övezetbe jut úgy, hogy a lézerfejbe vezetik. Innen jut ki a lézersugarat koncentrikusan körülvevő és a hordozógáz segítségével a műveleti (a nyomtatási) övezetbe. A hordozó gáz mellett szükség van védőgázra is.

Az LMD – eljárás esetében a lézerfejet többnyire robot mozgatja. Az eljárás műveleti sebessége lényegesen kisebb, mint a porágyas eljárás esetében.

A művelet nincs porágyhoz kötve ezért a többi eljáráshoz viszonyít-

Alapanyag	Argon	Hélium	Nitrogén	Nitrogén - Hidrogén keverék
Titán	+	+		
Alumínium	+	+	+	
(Ausztenites acél) Korrózióálló acél Nikkel	+	+	+	+
Ferrites acél	+	+	+	

2. táblázat. Additív technológiához alkalmazható gázfajták.

va lényegesen nagyobb méretű munkadarabok előállítására is alkalmas. Az eljárással elérhető munkadarab pontosság és tűrés elmarad a porágy alkalmazásával elérhetőtől, az előírt pontosság pl. többnyire önköltséget növelő után-munkálással érhető el.

Az után-munkálás már kinyomtatott munkadarabokon járulékosan, kiegészítésként elvégezhető, mind a kombinált és bonyolult új gyártmányoknál, mind az elhasznált alkatrészek felújítása esetében – továbbá az olyan hibrid eljáráshoz, amikor a hagyományos és a + 3-D eljárások kapcsolódnak.

Plazmasugaras poradagolásos felrakó eljárás

Ennél az eljárásnál is a fémport a plazmaív körülvevő, koncentrikusan vezetik a hegesztőfején át, ehhez az eljáráshoz szükséges a plazmagáz és a hordozógáz (továbbító, szállító gáz). Az eljárás megnevezése a felületre történő felrakási eljárásból ered. A 3-D nyomtatás több réteggel történik. A hegesztőfejet és a nyomtatófejet robot is mozgathatja. Ezzel lehetőség van extra nagy munkadarabok előállítására és az eljárás alkalmas alkatrészek javításához is.

Lézersugaras felrakóhegesztés tömör huzallal

A lézersugaras hegesztés a hegesztéstechnikában már régen ismert. A lézersugaras felrakóhegesztés azt jelenti, hogy ezt a „rég” hegesztési eljárást átvisszük a 3-D nyomtatási eljárásba. Az eljáráshoz huzalt, mint izzószálat („filament”) alkalmaznak, a műveletet védőgáz alatt végzik. Ez az eljárás elveiben hasonló az LMD – eljáráshoz.

A nyomtató fejet mind a két eljárásnál robot mozgatja. A különbség az izzósál (filament) kezelésben, hozzávezetésében jelentkezik.

A huzal alkalmazásának vannak előnyei és hátrányai is. A huzal **egyik fő előnye**, hogy olcsó és lényegesen több változatban (fajtában) férhető hozzá, mint a poradagolás eseté-

ben. Így lényegesen több anyagfélésegy nyomtatása válik lehetségessé.

Hátránya a munkadarabok nagyobb mértékű pontatlansága.

3-D nyomtatáshoz rendelkezésre álló további hegesztési eljárások

- MAG,
- MÍG,
- TIG.

Fémről készült munkadarabok additív technológiával történő előállításához a fent felsorolt hegesztési eljárások megfelelnek, de hátrány az után-munkálás, ami főleg a felület megmunkálását jelenti, mert általában a felület minősége nem megfelelő és ezt javítani szükséges. Az additív technológiához alkalmazott gázfajták:

- védőgázok,
- hordozógázok,
- hűtési célra szolgáló gázok,

Az alkalmazott gázok tisztasági fokát hatással van a 3-D eljárásra.

Már napjainkban is jelentős termelési volument jelent a 3-D eljárás alkalmazása.

Ez a tendencia várhatóan tovább fokozódik ezért célszerűnek látszik a technológia szakmai, tudatos átvétele és hazai szakirodalmi (pl. kézi könyvben történő) tárgyalása, valamint az oktatásban (duális-képzés) felvétele és ehhez nemzetközi tanrend és tananyagok (pl. EWF/IIW) felhasználása, továbbá kidolgozni az itt közölt angol nyelvű eljárás megnevezések szabványos magyar megfelelőit.

Irodalom

- [1] Dirk Kampffmeyer: 3-D Druck – Additive Fertigung von Metall-Bauteilen, Vorteile und Besonderheiten der Praktiker, 2018. Numer: 9. p: 492 – 494.
- [2] Dr. Gremesberger Géza: Az EWF új utakat leres – éves közgyűlés Moszkvában. Hegesztéstechnika XXIX. évf. 2018. 3. szám p. 33–37. EWF – AM (Additive Manufacturing) hegesztés



WELDOTHERM®

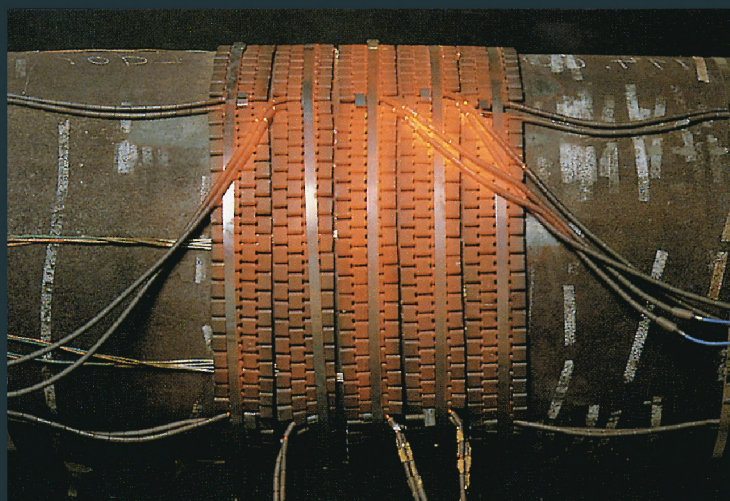
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

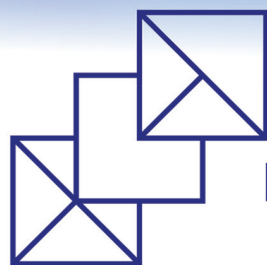
*EGYENLETES HŐBEVITEL FÜGGETLENŰL
A MUNKADARAB TÖMEGÉTŐL.
A FOLYAMATOSAN MÉRT HŐFOKVÁLTOZÁSNAK
ÉS A PROGRAMVEZÉRLÉSNEK
KÖSZÖNHETŐEN A HŐFOKELTÉRÉS A TELJES FŰTÉSI
TARTOMÁNYBAN KISEBB MINT 1%.
FOLYAMATOS HŐFOKREGISZTRÁLÁS, KIFORROTT,
BEVÁLT TECHNOLÓGIA*

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTAL PÁROSÍTVÁ = WELDOTHERM®



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

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



SYNERGiC®

HEGESZTÉSTECHNIKA KFT.

Csúcsminőségű MIG/MAG impulzus üzemű SYNERGiC vezérlésű hegesztőgépek akciós áron:



Technikai adatok

	CEA DIGITECH 3200	CEA DIGITECH 4000	CEA DIGITECH 5000
Teljesítmény	18,8 kVA	25,5 kVA	32 kVA
Hegesztőáram tartomány	10-320 A	10-400 A	10-500 A
Bekapcsolási idő 50 % 40C°	320 A	400 A	500 A
Bekapcsolási idő 60 % 40 C°	270 A	370 A	460 A
Bekapcsolási idő 100 % 40 C°	240 A	330 A	380 A

€ 4 990.- + ÁFA

€ 6 425.- + ÁFA

€ 6 935.- + ÁFA



Az árak az alábbiakat tartalmazzák:

- › áramforrás
- › huzaltoló*
- › összekötő kábel*
- › vízhűtő
- › szállító kocsi
- › munkakábel
- › testkábel

**DIGITECH 4000 és
DIGITECH 5000 esetén*

**INNOVÁCIÓ
A PROFESSZIONÁLIS
HEGESZTÉS-
TECHNIKÁBAN!**



 **SYNERGiC® Hegesztéstechnika Kft.**

6000 Kecskemét, Csillag u. 1-3.

Tel./Fax: +36 76 418 069; +36 76 416 285

E-mail: synergic@synergic.hu

www.synergic.hu

**Várjuk Önöket 2019 május 14-17-ig
az Ipar Napjai – MACH-TECH 2019
kiállításon a D pavilon 204 I standján!**

MACH-TECH 

Dr. Gremesberger Géza, Phd.

A titán hegesztése úgy, ahogyan azt Szingapurban látják...

Irodalmi áttekintés[1]

A Szingapuri Hegesztési Szövetség (Singapore Welding Society – SWS) 2018. december 15-én a titánról és feldolgozásáról szemináriumot tartott, ezen kb. 40 fő vett részt.

A szimpózium célkitűzése az volt, hogy: a hegesztéssel foglalkozó szakemberek rendelkezzenek kellő mértékű szakmai ismeretekkel és a titán hegesztéséhez szükséges szakmai kompetenciával.

A kérdések köré csoportosított témák a következők voltak:

Miért alkalmazzák igen széleskörűen a TIG-et?

Általában a Ti és a Ti-ötvözetek hegesztéséhez alkalmazzák, mert minden hegesztési helyzetben jól alkalmazható, kiváló kötésminőséget lehet vele előállítani. A hegesztés argon védőgáz alatt zárt térben (pl. kamrában) és a szabadban is végezhető.

Hogyan kell hegeszteni a titánt, hogy a hegesztett kötés ezüstös fényű legyen?

A titán ugyanazzal a hegesztő berendezéssel hegeszthető, mint a korrózióálló acél. A hegesztett kötés gyökében az átolvadás 100% lehet, és ez a kézi ívhegesztés esetén is „könnyen” elérhető/megvalósítható.

Az alapvető különbség a korrózióálló acél és a titán hegesztése között, hogy a titán hegesztésekor a munkadarabot 400 °C fölé fel kell melegíteni, és teljesen be kell burkolni (meg kell védeni).

Hagyományosan a titán hegesztését hegesztő kamrákban végzik, amelyek argon töltetűek (GTAW-TIG) vagy bennük vákuum van hasonlóan az elektronsugaras hegesztéshez. Bár a kamrákat mind a mai napig széleskörűen használják különösen az űrtechnikai eszközök előállításánál, a legtöbb kereskedelmi tételnél és az olyan berendezéseknél, amelyeket a vegyi üzemek alkalmaznak, valamint a katonai eszközöknél ma már a hegesztést többnyire szabad levegőn végzik, és ehhez burkoló (fedő) védőtechnikát alkalmaznak.

A fényesen, ezüstösen csillogó sima varratfelület előállításához a hegesztés helyén a jelen levő oxigén tartalom

– abban az esetben, ha a titánt argonban töltött védő kamrában hegesztik – 30 ppm-nél több nem lehet. A tényleges oxigén tartalmat mérésrel kell ellenőrizni és szabályozni.

Megfelelő a védelem szabad téri megmunkálás esetében, ha a következő három védelmi fajta kombinációját alkalmazzák:

- 1) először a megömlött varratfém védelme,
- 2) másodsor a dermedő varratfém védelme,
- 3) a varrat gyökoldali (alsó) védelme.

Minőség-ellenőrzés szempontjai

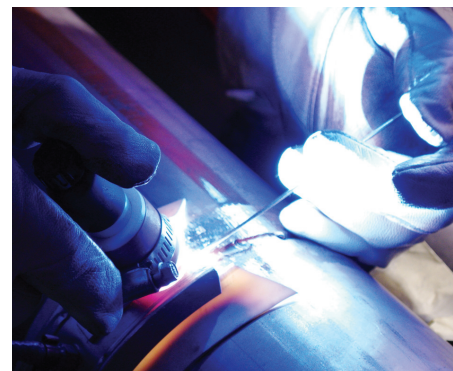
Szín: a titán reaktív anyag magas hőmérsékleten a levegővel reagál, és oxidokat képez. A varrat színe, mint indikátor/jelző alkalmazható a védőgáz hatékonyságának ellenőrzésére, és ez utal a kialakuló varrat minőségére is. A jó védelem és a hegesztést megelőző nem-klórozott anyaggal végzett felület-tisztítás fényes ezüstös varratfelületet eredményez. A felületi szín azonban nem használható a varrat hibátlanosságának csupán egyetlen meghatározására. Ehhez ezen kívül a hegesztőnek még hajlító próbatestet kell hegeszteni a termék előállításához alkalmazott és az üzemi műveletre előírt technológiai adatokkal. A hajlítási próba nem csak a varrat jóságát, hanem az alakváltozási képességre is eligazítást ad.

Hegesztőképzés és minősítés

A titán hegesztőknek szakmailag szigorú, alapos titánhegesztő tanfolyamon (amelyen mind elméleti, mind gyakorlati hegesztés szerepel) kell részt venni azzal a céllal, hogy megértésük és tisztában legyenek a titán és ötvözetek hegesztéséhez szükséges alapvető ismeretekkel, és azzal a készséggel rendelkezzenek, amely szükséges a titán hibátlan hegesztett kötés elkészítéséhez azért, hogy ne legyen szükség javításra vagy újra hegesztésre.

A titán hegesztésére vonatkozóan a következő előírások vannak:

- MIL-STD 1595A (űrhajózás),
- ISO/DIS 24394 (űrhajózás),
- AWS D17.1 (űrhajózás),
- ASME IX (nyomástartó berendezések),



- AWS D 1.9 (szerkezetek)

A titánhegesztés alkalmazási területei

A titán és ötvözetek általában három nagy csoportját különböztetik meg:

- alfa ötvözetek (kis szilárdság),
- alpha+ beta ötvözetek (közepes szilárdság) és
- beta ötvözetek (nagy szilárdság).

A titán hővezetőképessége kicsi, sűrűsége kicsi és hőtágulása is kicsi.

A korrózióállósága kitűnő és ez vonatkozik a szilárdság és súly (tömeg) arányra is, ami 451 kg/m³.

A titán bio-kompatibilis, az emberi testtel nem lép kémiai reakcióba.

Gyakorlati alkalmazásai:

- űr és repülőgépipar,
- könnyű járművek és védőburkok,
- tengervízi csővezeték rendszereknél ballasztokhoz, hűtéshez és tűz elleni védelemhez,
- kis tömegű gőzturbina lapáthoz,
- nagynyomású hőcserélőkhöz, szivattyúkhoz és szelepekhez,
- ortopéd – gyógyítási célokhoz, orvosi centrifugákhoz.

Sport eszközök:

- verseny biciklikhez,
- golfjáték eszközeihez,
- órákhoz,
- hangtompítókhoz (kipufogó) stb.,

[1] Teo Chin Chuan / Singapore Technologies Kinetics. Titanium welding and its application. WELDPPOINT -2018. márciusi szám – p 16-17.



MACH-TECH



Kérjük látogasson meg
minket

2019.05.14.-17.

között a MachTech és Ipar
Napjai vásáron a A pavilon
303 F standján.

HEGESZTŐROBOTOK

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

Szakmai gyárlátogatásra jelentkezés:

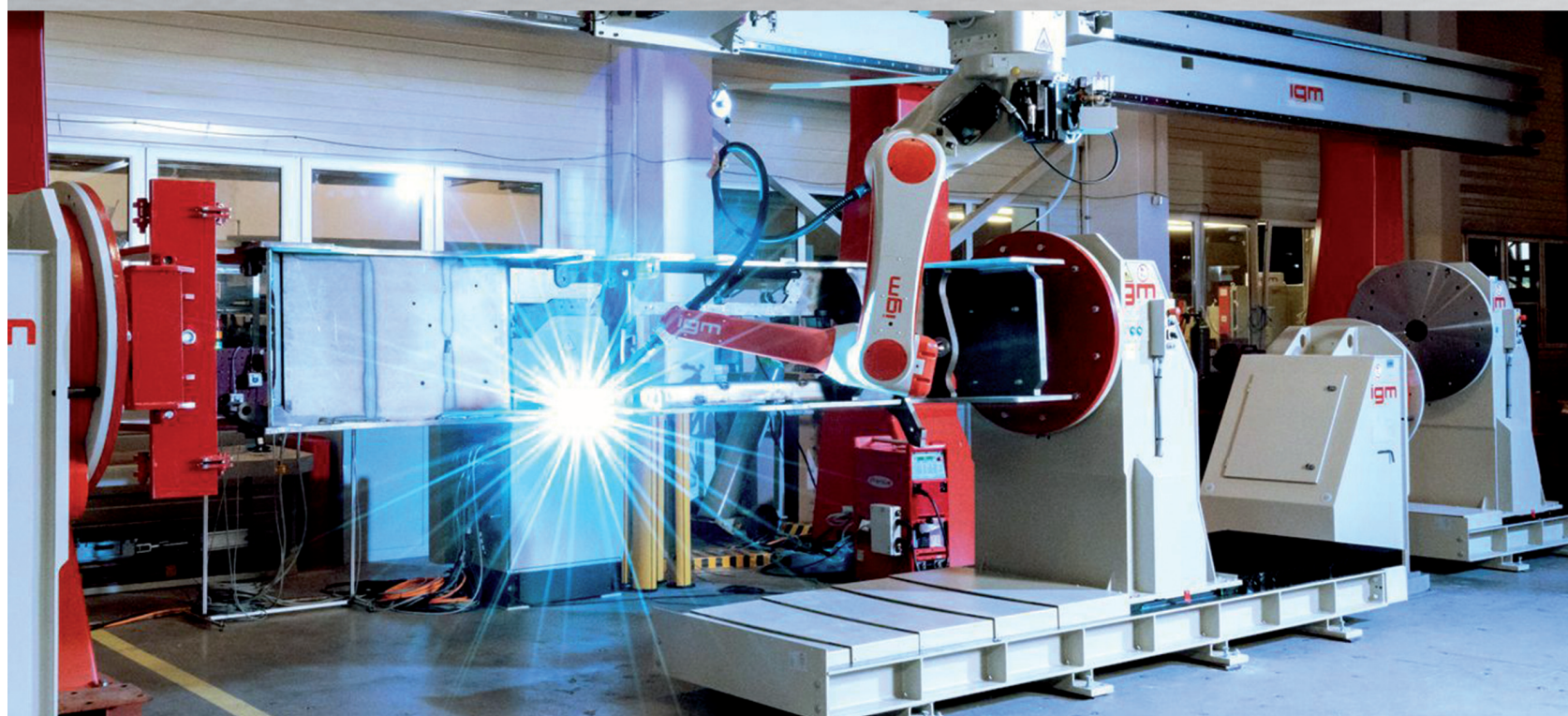
Email: gyoer@igm-group.com

T: +36 96 511 980

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

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

igm



Making our world more productive

Linde

GENIE®

A jövő
gázpalackja

Innovatív, intelligens, hordozható

Könnyebb, de 30%-kal
több gázt tartalmaz, mint
a hagyományos palack.

Linde Gáz Magyarország Zrt.
9653 Répcelak, Carl von Linde út 1.
www.lindegas.hu
www.linde-onlineshop.hu

Linde
GENIE®

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

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
MSZC Andrassy Gyula Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Miskolc	Molnár Péter	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszaújváros	Csóke Róbert	76/542-130
BSZC Csiha Győző Szakgimnázium és Szakközépiskola	Hajdúnánás	Pappné Fülöp Ildikó	52/570-533
BSZC Eötvös József Szakgimnázium Szakközépiskola Szakiskola Központi Tanműhely	Berettyóújfalú	Berczi Lajos	54/402-092
Bessenyei György Szakközépisk. Pálfi István TISZK Gépészeti Képző Központ	Berettyóújfalú	Daróczi Tibor	54/402-394
BIS Hungary Kft Belföldi Szerelési Üzletág	Tiszaújváros	Gerócs Péter	49/322-523
Ózdi SZC Deák Ferenc Szakképző Iskolája és Művészeti Szakközépiskolája	Kazincbarcika	Hák Béla	48/512-611
MSZC Diósgyőr–Vasgyári Szakképző Iskola és Kollégium	Miskolc	Szabó Tibor	46/532-358
DUNAGÁZ Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsannett	33/513-100
Dunaújvárosi Egyetem Műszaki Intézet Hegesztőképző Bázis	Dunaújváros	Zemankó István	25/551-134
Kaposvári SZC Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Krénuszt Ernő	82/419-246
EU-ARK Mérnökség Kft.	Felsőzsolca	Arnóczki László	0646/584-363
PSZC Faller Jenő Szakképző Iskola és Kollégium	Várpalota	Arany Gabriella	88/582-520
Szekszárdi SZC Esterházy Miklós Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Anyagtechnológia Tanszék	Kecskemét	Hareancz Ferenc	76/516-376
Géza fejedelem Ipari Szakképző Iskola	Esztergom	Juhász István	33/510-006
OT-Industries – KVV Kivitelező Zrt.	Siófok	Nemecz Imre	84/310-310
OT Industries – DKG Gépgyártó Zrt.	Nagykanizsa	Farkas László	30/620-7752
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MÁV Szolgáltató Központ Zrt. Baross Gábor Oktatási Központ Istvánfalvi Tanműhely	Budapest	Szalay Róbert	389-07-76
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
Rohr und Stahl Kft.	Dunakeszi	Mári Lajos	30/280-79-50
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	0630/311-4831
Szerencsi Szakképzési Centrum Tiszaújvárosi Brassai Sámuel Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Tiszaújváros	Bukta Mária	0649/542-180
BGSZC Szily Kálmán Műszaki Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma	Budapest	Bujdosó Balázs	1/280-6382
SZTÁV Felnőttképző Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	0620/773-4001
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	0620/279-0944
Türr István Képző Kutató Intézet Ózdi Igazgatóság	Ózd	Andó Pál	
Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Szakgimnáziuma és Szakiskolája	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-13-13
Szegedi SZC Móravárosi Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Szeged	Vetro István	62/551-541

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	Budapest	Klausz Gábor	1/276-8945
ORSZAK Bt.	Budapest	Szűcs Pál	1/402-4098
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Hidra Felnőttképző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	0/965-5551
AGMÜSZK 2000 Kft.	Szekszárd	Bánki Ede	20/964-4860

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
DUNAGÁZ Gázipari Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
VÖRSAS Termékelőállító és Szolgáltató Kft.	Budapest	Illés Gábor Ernő	252-0232
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	0637/528-010
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingér Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559

Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)	Tanúsítás folyamatban
	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2021. július. 31
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2020. június. 02
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2020. június .21
Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központ	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2023.09.29
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök (IWSD)	2023.09.29
	EWP-RW EWS-RW	Tanúsítás folyamatban
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	Felfüggesztve
	Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE)	2022. október 29.
MHtE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.
Dunaújvárosi Egyetem	IWE - REGISZTRÁCIÓ	

CSAPHEGESZTÉS

- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok:

Ismétlési pontosság: 0,2 mm

Hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc

Adagolás: kézi/automata

Asztalméret: 700x600-tól 2500x1700 mm-ig

Extra kiegészítők:

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



Qualiweld
Welding & Trade Kft.

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

OERLIKON

CITOWAVE III

**Hegesztő áramforrások
harmadik generációja**

MODERN TERVEZÉS

teljes mértékben
alkalmazkodik az Ön
igényeihez



SWAN

Hegesztés-felügyelő
adminisztrátor hálózat



**KÖNNYEN
KEZELHETŐ
KORSZERŰ
TECHNOLÓGIA**

7 EGYEDI ELJÁRÁS:

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

GARANCIA

3
ÉV

www.oerlikon-welding.com

www.lincolnelectric.com



ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtsen értéket

Szolgáltatások hegesztőüzemek számára

Akkreditált, notifikált státuszban,
illetve nemzeti kijelölés alapján
kiadott tanúsítványok



Milyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

▪ Személytanúsítás

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

Választható érvényességi idő

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

▪ Hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése, jóváhagyása

- MSZ EN ISO 15614-1:2017 **ÚJ!**

▪ Hegesztőbázisok, képzőhelyek tanúsítása

▪ Hegesztőüzemi tanúsítások

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

- CPR/EN 1090-1 – **CE** jel
- EN 1090-2, EN 1090-3
- EN 1090-4, EN 1090-5 **ÚJ!**
- 2014/68/EU (PED-2014)
- EN 15085-2

További szolgáltatások hegesztőüzemek számára:

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

KÖNYVAJÁNLO

Műanyaghegesztők aranykönyve



Önnek fontos szerepe van a jövőben!

Bizonyára fel tud idézni egy, vagy több kiválóságot azon a területen, ahol dolgozik! A jó szakember magabiztos, eredményesen végzi munkáját. Nem csak a begyakorolt fogások elvégzésében teljesít kiválóan, hanem a váratlanul felmerült helyzetek megoldásával is könnyebben boldogul. Iparágában versenyeznek érte.

Tudja, hogy miből erednek a minőségi kifogások például a mélyépítésben, vagy a korszerű csőhálózatok építésénél? Hiába a beruházók igyekezete, a nagy értékű kiváló anyagok beépítése sem hozza az elvárt eredményeket. Sok esetben a már üzemelő rendszerek állapota sem megnyugtató. A problémák nagy része az ismeretek nélküli hibás alkalmazásból és a téves információkból erednek.

Amikor ezt olvassa, már biztos eldöntötte, hogy komolyan érdeklődik a műanyaghegesztés-technológiák alkalmazása iránt. A Műanyaghegesztők aranykönyve az elmúlt 40 év tényleges kivitelezési gyakorlatának naprakész feldolgozásával lehetővé teszi, hogy kiemelkedjen Magyarországon egy igényes kivitelezői kör, akiknek a munkájában megbízhatnak a megrendelők. Legyen részese ennek a szakmai

közösségnek és szükség esetén ne habozzon kapcsolatba lépni a kiadóval, mert a támogatására Ön is számíthat!

Hegesztési zsebkönyv



Ismét kapható a hegesztők, a hegesztő technikusok, technológusok és mérnökök körében méltán népszerű Hegesztési zsebkönyv.

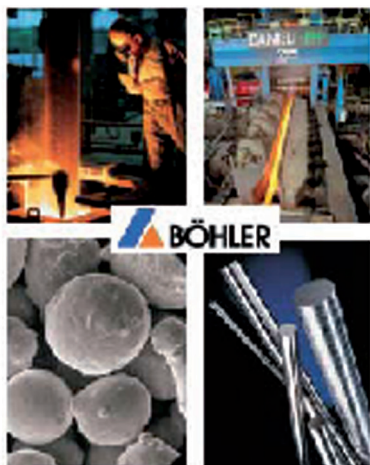
A kötet Gáti József szerkesztésében, ismert szerzői kollektíva Béres Lajos, Gáti József, Gremesberger Géza, Komócsin Mihály és Kovács Mihály műve.

A zsebkönyv szerzői munkájuk során arra törekedtek, hogy minél több szakmai eredményt, tapasztalatot dolgozzanak fel és tegyenek közzé. A szerzők őszintén remélték, hogy erőfeszítéseik sikeresnek bizonyulnak.

Ezt az élet bizonyította és a Hegesztési zsebkönyv a gyakorlati és elméleti szakemberek, az oktatók és a képzéseken résztvevők számára mindennapos munkaeszközzé vált.

A könyv megvásárolható a Lára és Lant könyvesbolt hálózatában, a BOOKS.hu internetes könyv-áruházban <http://books.hu>, vagy közvetlenül a kiadótól COKOM Kft. cokom@cokom.hu

KOMÓCSIN MIHÁLY
GÉPIPARI ANYAGISMERET



Gépipari anyagismeret

Újabb, átdolgozott, 6. kiadásban jelent meg Komócsin Mihály *Gépipari anyagismeret* c. könyve. A korábbi 5. kiadáshoz képest az egyes fejezetek bővültek és aktualizálódtak.

„A legújabb információk rendelkezésre állása és az általános műszaki szemlélet folyamatos megújulására igen nagy szükség van. A könyv nyelvezete érthető, a felépítése, a szerkezete azt a teljességre törekvést igazolja, amely segíti a megértést.

Ezt jól igazolja, a könyvben tárgyalt témák sokfélesége, azok szakmai mélysége, részletessége.

A téma feldolgozása, az információközlés stílusa a könyvet alkalmassá teszi arra, hogy tanárok alkalmazzák, illetve a hallgatók készüljenek fel a gyakorlati életre.

A könyv alkalmas a gyakorlati ipari – különösen szerkezetgyártó – szakemberek számára eligazítást adni, mivel az anyagismeret az egyik lényeges alapja az elvárt minőségű ipari termékek előállításának.” Írta recenziójában Dr. Gremesberger Géza.

A könyv megvásárolható a Lára és Lant könyvesbolt hálózatában, a BOOKS.hu internetes könyv-áruházban <http://books.hu>, vagy közvetlenül a kiadótól COKOM Kft. cokom@cokom.hu

Tisztelt Ügyfelünk!
Kedves Olvasónk!

Szakfolyóiratunk a hirdetni kívánók igénye kielégítése céljából továbbra is az eddigi, színskála alapján történő választási lehetőséget szeretné biztosítani.

Az újság vágott mérete: 215×290 mm.

A hirdetések mérete:

A/4	kifutó	215+10 mm×290+10 mm
	nem kifutó	190 mm×250 mm
A/5	fekvő	190 mm×125 mm
	álló	125 mm×250 mm
A/6		125 mm×100 mm
	fekvő	190 mm×70 mm
	álló	60 mm×250 mm

A 2018-ra vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	135	–	–	eFt
Hátsó külső borítón	125	–	–	eFt
Első belső borítón	120	–	–	eFt
Hátsó belső borítón	115	–	–	eFt
Belíven	110	95	85	eFt
PR-hírek és információ	25	15	–	eFt
Az MhTE honlapján www.mhte.hu hirdetés	15			eFt

Az MhTE tagvállalatai 10% kedvezményre jogosultak. Az a tagvállalat, amely egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, az 15% kedvezményre jogosult.

Az a hirdető, aki nem tagja az MhTE-nek, de egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, 7,5% kedvezményre jogosult. A kedvezmények érvényesítése az év végi számlában történik meg.

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

**LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.**

Felelős kiadó: GAYER BÉLA, az MhTE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesberger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 06 1 769 0056/8; bgayer@mhte.hu
Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés,
1148 Budapest, Fogarasi út 10–14.
Telefon: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027
e-mail: mhte@mhte.hu

Felelős vezető:
Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:
a PLANTIN Kiadó és Nyomda Kft.-nél készült,
1092 Budapest, Ráday utca 31.

Telefon: 06 30 9210 478, 06 20 9370 350

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2019. évben: 500,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 2000,- Ft + 5% ÁFA.

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

1.) készpénzzel az MhTE pénztárában

2.) belföldi postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	36	Linde Gáz Mo. Zrt.	61
Automed Kft.	19	Máttra Diagnosztika Kft.	38
Böhler Kereskedelmi Kft. B. II.		Messer Hungarogáz Kft.	17
Centrotool Kft. B. III.		Migatron Kft.	27
Cooptim Ipari Kft.	22	Polyweld Kft.	46
Corweld Plus Kft.	2, 45	Qualiweld Kft.	64
Crown Int. Kft.	24	Rechnen Kft.	54
EMEA Remote HSB	28	Rehm Kft. B. IV.	
EMI-TÜV SÜD Kft.	66	Synergic Kft.	58
Géper Kft.	38	Syrius-Tech Kft.	18
Hungexpo	15, 53	Welding Hungary B. I.	
IGM Robotrendszerek Kft.	23, 60	Weldotherm Kft.	57
Lincoln Electric Kft.	65		

FONTOS!

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak le, TIF-ben, EPS-ben vagy PSD-ben

készítsék el, CMYK-re színrebonva.

Színnyomatot kérünk mellé! Köszönjük!

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük kedves szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt fényképeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem külön állományként: jpg, jpeg, tif, eps, psd formátumban.

Emailon csatolmányként, vagy adathordozón (CD, DVD, stb.).

Csak így tudjuk biztosítani

a képek jó minőségét!



»OBSERVER«

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



Lasting Connections

DIAMONDSPARK PORTÖLTETŰ HUZALOK SZÉLES VÁLASZTÉKA



A kétféle különböző gyártástechnológiával előállított Diamondspark termék-család a különleges ipari felhasználásokra szánt portöltetű huzalok teljes palettáját fedi le. A lézerhegesztett Diamondspark L sorozat egyedülállóan precíz termék, amely a legnagyobb termelékenységet biztosítja automata hegesztés során. A Diamondspark T sorozat pedig a legjobb választás az olaj- és gázipar, valamint offshore és csővezeték építés esetében.



voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



WWW.CENTROTOOL.HU