

HEGESZTÉS TECHNIKA

XXVI. ÉVFOLYAM
2015. 3. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

Froweld

Fronius
SHIFTING THE LIMITS

**A FELÜLMÚLHATATLAN HEGESZTETT
KÖTÉS MA MÁR NEM LEHETETLEN,
UGYANIS A TPS/I HEGESZTŐGÉP
IDEÁLIS ÍVET VALÓSÍT MEG.**

Érdeklő?



www.tps-i.com

TPS/i – az intelligencia forradalmának csúcsa.

A TPS/i platform tökéletes kapcsolatot létesít ember, gép és gyártási környezet között. Maradéktalan személyre szabhatóság, a részletek egysége és az egyszerűsített kezelhetőség következtében a TPS/i új kategóriát teremt a hegesztés területén.

Az eredmény, a tökéletes hegesztési tulajdonság, a teljes biztonság és a kiemelkedő hatékonyság. Összességében a legjobb hegesztési folyamatot biztosítja minden automatizált gyártásban. www.froweld.hu



voestalpine Böhler Welding



A Böhler Welding Group neve mostantól voestalpine Böhler Welding

Welding know-how joins steel

Csatlakozzon a kiváló emberekből álló csapathoz.

A világszerte vezető hegesztőanyag szállító Böhler Welding Group új neve voestalpine Böhler Welding – a voestalpine acélgyártó vállalat integrált része. Három márkára koncentrálna a legteljeskörűbb termékportfóliót kínáljuk a leghozzáértőbb műszaki támogatással a kötőhegesztés, a javító és karbantartó hegesztés, valamint a forrasztás területén.

■ Böhler Welding ■ UTP Maintenance ■ Fontargen Brazing

www.voestalpine.com/welding

voestalpine

ONE STEP AHEAD.

TARTALOM

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

Búcsú Dr. Dulin Lászlótól (1938–2015)	3
Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái	5
European industry's employment and qualification opportunities as seen by the joining sector	6
Szelnokon ülésezett a CEN vasúti jármű hegesztési szabványbizottsága	8
Vasúti jármű hegesztési ankét	9
IWS vizsga az Óbudai Egyetemen	10
IWT vizsga az Óbudai Egyetemen	11
Hegesztési felelősök XVII. Országos Tanácskozása	13
2015. 09. 17–18. Hajdúszoboszló	14
25 éve alakult meg a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés	

2 Kutatás–Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung KATULA LEVENTE, KOVÁCS LÁSZLÓ, DUNAI LÁSZLÓ:

Fejes csapok hegesztett kötéseinek statikus és fárasztó terhelésű vizsgálata	19
Ability testing of welded bolts loaded by static and fatigue mode	19
Untersuchung von geschweißten Kopfbolzen mit Statischer -, und Dauerbelastung	19

FEHÉRVÁRI ATTILA:

A VASKUT szerepe a hegesztési kultúra fejlesztésében. II. rész	29
The role of VASKUT in the development of welding. II. part.	29
Die Rolle des Instituts VASKUT in der Entwicklung des Schweißen. II. Teil	29

DR. JÁRMAI KÁROLY:

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) XV-ös bizottsága „Hegesztett szerkezetek tervezése, analízise és gyártása” tevékenysége	39
68. évi Közgyűlés, Helsinki, Finnország, 2015 június 29 - július 1	39
Activity and Review of XV. Commission of IIW during 68 th Annual Assembly in Helsinki, Finland	39
Überblick der Arbeit und Ergebnisse von IIW Kommission XV. unter der 68. Jahresgeneralversammlung in Helsinki	39

PRÉM LÁSZLÓ, DR. BALOGH ANDRÁS:

A szakaszos energiabevitelben rejlő lehetőségek kiaknázása nagyszilárdságú, ferrit-martensites duplex szövettű	47
autóipari acélok ellenállásponthegesztések	47
Possibilities to utilize the discontinuous energy input when resistance spot welding of high-tensile ferrite-martensite texture duplex steels used in automobile industries.	47
Nutzen der möglichen Vorteile von etappenmäßige Energieeinbringen beim Widerstandspunktschweißen von hochfesten, ferritisch – martensitische Duplexstähle die in der Automobil Industrie verbraucht sind.	47

DR. GREMSPERGER GÉZA:

KOCKÁZAT – hegesztés – minőség: par excellence	59
RISK – welding quality – par excellence review	59
Risiko – Schweißen – Qualität – par excellence	59

DR. DOBRÁNSZKY JÁNOS, KOVÁCS DORINA:

Szemlézés a rozsdamentes acélok hegesztésének európai kutatásaiból	65
Selected review of European research activity on stainless-steel welding practice	65
Rundschau der europäischen Untersuchungstätigkeiten über das Schweißen von Rostfreistähle.	65

SÁNDOR LÁSZLÓ:

Vasúti acélöntvények javítóhegesztés-technológiája	69
Repair welding of steels-casts used in railway industry practice	69
Ausbesserung von Stahlgußteilen mit Schweißen in der Eisenbahnbereich.	69

DR. SÁNDOR TAMÁS:

A semleges védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés teljesítmény növelési lehetőségei	73
The possibilities to increase the weld performance if gas tungsten arc welding (ATIG) is used.	73
Möglichkeiten die Erhöhung von Schweißleistungen mit Wolfram-Inertgasschweißen (ATIG).	73

3 Sajtóközlemények Press release Pressemitteilungen

Több mint 31.000 kiállító és 1,4 millió látogató kereste fel a düsseldorfi rendezvényeket	79
Jubileum az IGM-nél, 25 éves a hegesztő robotgyártás Magyarországon	81
Óriási megtakarítások a kényszerhelyzetű varratok készítésében	87
CLOOS: Komplex gyártósor high-tech traktorkabin gyártáshoz.	95
A Fendt bízik a Cloos hegesztéstechnikában	95

4 Rendezvénynaplár Diary Veranstaltungskalender

5 Könyvismertetés

Gépipari anyagismeret	102
Ivhegesztés	102
Hegesztési zsebkönyv	102

Címlapon: A felülmúlhatatlan hegesztett kötés már nem lehetetlen
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés szakfolyóirata
Periodical of the Hungarian Association of Welding Technology and Material Testing
Zeitschrift der Ungarischen Vereinigung für Schweißtechnik und Material Prüfung

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN

ABICOR
BINZEL® 

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

Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

webáruház:

www.cooptim.hu

Hegesztéstechnikai eszközök,

ív- és lánghegesztő készülékek,

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

forrasztóanyagok és szerszámok

nagy választékban kaphatóak hegesztéstechnikai áruházunkban, szaküzleteinkben.

Hegesztéstechnika áruházunk:

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

Szaküzleteink:

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

2330 **Dunaharaszti**,
Alsónémedi út 65.
Tel./fax: (24) 492 128
E-mail: haraszti@cooptim.hu

BÚCSÚZUNK

Búcsú Dr. Dulin Lászlótól (1938–2015)

2015. július 19-én váratlan hirtelenséggel eltávozott körünk-ből Dr. Dulin László okl. járműgépész mérnök, okl. hegesztő szakmérnök.

Dulin László 1957-ben érettségizett a korabeli Fürst Sándor Gimnáziumban, a mai Balassi Bálint Gimnázium jogelődjében. Tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetemen folytatta, ahol okleveles járműgépész mérnöki diplomát szerzett, majd 1978-ban egyetemi doktori fokozatot.

Gazdag szakmai életének első állomását a Rákos Motorüzem jelentette. Érdeklődése a hallgatók képzése irányába vezetett. A Budapesti Műszaki Egyetemen a mai Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék jogelődjében folytatótt több, mint két évtizeden keresztül oktatási tevékenységet. 1975-ben jelent meg Vajda József szerkesztésében a BME Közlekedésmérnöki Karának közlekedés szakos hallgatói részére a „Vasúti járművek II.” egyetemi jegyzet, melynek társszerzője volt.

A Generálimpex vállalatot követően, munkája során számos hegesztési feladatot kellett megoldania. Ekkor került kapcsolatba a német Carl Cloos Schweisstechnik GmbH ausztriai leányvállalatával, melynek eredményeképpen a licenz jogot megszerezve, a magyarországi képviselést létrehozta. A német képviselési jogot 1997-ben a Crown International Kft. vette át.

Hegesztő szakmérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen szerezte, majd ismereteit nemzetközi hegesztőmérnöki képzés során bővítve, EWE, IWE diplomát vehetett át. Tevékenységének fő iránya a hegesztési alkalmazások felé fordult. A Stadler Kft-nél a he-



gesztési terület vezetőjeként meghatározó szerepet töltött be az üzem kiépítésében, a gyártás beindításában.

Fejlesztői és oktatói tevékenysége mindig az iparban közvetlenül hasznosuló eredmények létrehozására irányult. Saját céget alapított, melynek keretében számos gépesített gyártórendszer, egyedi célberendezés, robotállomás kidolgozásában és üzemi bevezetésében vett részt. Szerzőként és lektorként közreműködött a „Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv” 2007-es kiadásában. Élete utolsó pillanataig aktívan élt, mindig is a lendületesség, a céltudatosság és a precizitás jellemezte. Szakmai pályafutása végén hegesztő szimulátor kifejlesztésén és alkalmazásának bevezetésén dolgozott. Az eljárásról a Hegesztéstechnika 2013. 1. számában számolt be „Hegesztőképzés a valós és a virtuális teret egyesítő hegesztő szimulátorral” címmel.

Számos szakmai és közéleti szervezetben fejtett ki aktív tevékenységet: tagja volt a Magyar Hegesztési Egyesületnek,



a Szolnoki Rotary Klubnak, a Balassi Bálint Gimnázium Baráti Körének, a Magyar Vitorlás Szövetségnek, patrónus fokozatú támogatója a Budapesti Fesztiválenekarnak, hogy csak néhányat emeljünk ki.

Gondolkodásmódját jól tükrözi 2011. november 2-án, „A XXI. század hegesztő célgépei” címmel adott interjújának részlete: „A keresett, egyedi terméket létrehozni és



gyártani képes vállalkozások, vagy azok a gyártók, amelyek a piacon olyan terméket találnak, amelynek gyártását szeretnék elnyerni, versenyképességüket csak gépesítéssel tudják biztosítani. A garázsban hegesztők ideje már régen lejárt”.

Szakmai ismereteit és gyakorlati tapasztalatait mindig igyekezett megosztani a kollégákkal.

Publikációi jelentek szaklapokban, így többek között a Hegesztéstechnika, Acélszerkezetek és Tech Monitor folyóiratokban.

Számos konferencián, anekton tartott előadást, melyek közül csak egy párat emelünk ki.

2012 októberében a Fémszerkezeti Konferencián tartott előadása az alumínium ötvözetek hegesztésének és az alumínium szerkezetek gyártásának legfontosabb tudnivalóit foglalta össze, elsősorban a vasúti járműgyártás szempontjainak figyelembevételével.

A 2012-es Hegesztési Konferencián „A technológia, a gépesítés és a készülék rendszerszemléletű tervezése” címmel tartott előadást.

A Magyar Hegesztési Egyesület és az Óbudai Egyetem szervezésében 2013. szeptember 6-án megrendezett a „Korszerű MIG/MAG eljárásváltózatok” anekton az „Irányított rövidívű eljárásváltózatok” címmel foglalta össze tapasztalatait. A CLOOS-Óbudai Egyetem Bánki Kar 2014-es Szimpóziumán „A technológia, a gépesítés és a készülék rendszerszemléletű tervezése” című előadásában kiemelte: „A gépesítés, és ezzel együtt a hegesztő készülékek nem tervezhetők hegesztőmérnöki ismeretek nélkül, ugyanakkor a jó megoldáshoz egy sor olyan ismeret is szükséges, amelyekkel a hegesztő mérnök általában nem rendelkezik.” Dr. Dulin László előadása ipari példát követve mutatja be a legfontosabb teendőket, a hegesztés és gyártás, a gépesített gyártórendszer elemeinek tervezését.

Dr. Dulin László az orgonák szerelmese volt, Ő maga is tudott játszani a hangszeren. Ezen képességének kiemelkedő példáját adta a 2013-ban megrendezett IV. CLOOS-ÓE Bánki Kar Szimpózium: Dr. Domanovszky Sándor Széchenyi-díjas, aranydiplomás mérnök 80. születésnapjának köszöntése alkalmából orgonán adta elő többek között César Franck: Prélude című művét, ezzel is köszöntve a szaktársat.

Legnagyobb rajongása a vitorlázás, a Balaton iránt volt. Vitorlázó múltja az 1960-as évek végén kezdődött, amikor vásárolt egy rossz állapotú 15-ös jollét, amit rendbe hozott. 1981-85 között 22-es cirkálón vitorlázva több versenyt nyertek, többek között 1981-ben és 1985-ben bajnoki helyezettek voltak. Egyedi tervei alapján, saját kivitelezésben a nyolcvanas években megépítette MÁNIA nevű Rebelljét, mellyel 1987-88-89-90-91-ben Magyar Bajnokságot nyert. A kilencvenes évek elején, Kapuváron családjával egy 30-as cirkálót építtetett, mellyel 1995-ben az osztály Kékszalagját is megnyerte.

Testvéreivel „Dulin-díj” néven örökös vándordíjat alapított a Rebell osztály ifjú tehetségei számára. Több évig volt a Nagyhajós Bizottság tanácsadója. Több kiadást is megélt „Vitorlássport” című nagy sikerű könyvet testvérel közösen írta.

Búcsúztatására 2015. július 30-án került sor a csillaghegyi Jézus Szíve Templomban családtagjai, barátai, pályatársai és kollégái körében. Augusztus 2-án a Tihanyi Yacht Club előtti vízterületen hajós megemlékezést, és koszorúzást tartottak. Tiszteletére az augusztus 15-ei Tihany-Kör Ranglista versenyt „Tihany-Kör Dr. Dulin László Emlékversenyként” hirdette meg a Tihanyi Yacht Club SE.

Halálával pótolhatatlan veszteség érte a hazai és nemzetközi mérnöktársadalmat. Emlékét szívünkben örökre megőrizzük! Nyugodjon békében!

Dr. Gáti József

Háromkomponensű védőgázok
a hatékonyabb hegesztéshez

Ferroline C12 X2
Ferroline C6 X1
Inoxline He3 H1



Háromszoros megtakarítás

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

Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái

Der Praktiker – 2015.6. szám

Andreas Lehnertz

- Weniger Ausschuss, kürzere Bearbeitungszeiten – p. 203–235,

Gunnar Morgenstern

- Möglichkeiten und Grenzen – p. 236–239,

Joachim Schmidt

- Korrektes Ausbessern mit Zinkpaste – p. 240–241,

Joachim Baum

- Licht im Dschungel – p. 242–250

Welding in the World. Volume 59 Number 4

Yosuke Ogino & Yoshinori Hirata

- Numerical simulation of metal transfer in argon gas-shielded GMAW

R. Kozakov, G. Gött, D. Uhrlandt, B. Emde, J. Hermsdorf & V. Wesling

- Study of laser radiation absorption in a TIG welding arc

Olivier Doyen, Danièle Ayrault & Alix Bonaventure

- Numerical evaluation of the effects of a mitigation treatment on the residual stresses of a tubular dissimilar metal weld

Ying Zhu, Dan Qi, Wei Guo, Hui Kang & Ping Qu

- The braze joint between Al_2O_3 to 1Cr18Ni-9Ti using a nickel foam

Andreas Pittner, Viktor Karkhin & Michael Rethmeier

- Reconstruction of 3D transient temperature field for fusion welding processes on basis of discrete experimental data

C. R. Das, A. K. Bhaduri, S. Lakshmi, S. Chakravarty, S. K. Kar & S. K. Albert

- Influence of boron and nitrogen on microstructure and hardness of heat-affected zone of modified 9Cr-1Mo steel – Gleeble simulation study

Mathieu Paquin, Denis Thibault, Philippe Bocher, Jean-Benoît Lévesque, Yves Verreman & Kenji Shinozaki

- Assessment of cold cracking tests for low transformation temperature martensitic stainless steel multipass welds

Muneo Matsushita, Rinsei Ikeda & Kenji Oi

- Development of a new program control setting of welding current and electrode force for single-side resistance spot welding

V. Janzen, G. Meschut, M. Dahmen, R. Poprawe, S. Lindner, R. Wagoner & T. Melz

- Investigation on joint characteristics of laser beam welded press hardenable ultra-high strength steels with ferritic-martensitic and martensitic microstructure

N. Hempel, Th. Nitschke-Pagel & K. Dilger

- Residual stresses in multi-pass butt-welded ferritic-pearlitic steel pipes

M. N. Iman, R. C. Cochrane & G. M. Evans

- The development of acicular ferrite in reheated Ti-B-Al-N-type steel weld metals containing various levels of aluminium and nitrogen

Akihiro Tsuji, Shigetaka Okano & Masahito Mochizuki

- Method of X-ray residual stress measurement for phase transformed welds

Steve Hedrick, David Hisey & John Petkovsek

- Fire prevention during hot work

Kazuki Ikushima, Shinsuke Itoh & Masakazu Shibahara

- Development of idealized explicit FEM using GPU parallelization and its application to large-scale analysis of residual stress of multi-pass welded pipe joint

Jakob Klassen, Thomas Nitschke-Pagel & Klaus Dilger

- Welding residual stresses in thick steel plates—MAG-welded at low ambient temperature

Welding in the World. Volume 59 Number 5

U. Reisgen, A. Zabirow, I. Krivtsun, V. Demchenko & I. Krikent

- Interaction of CO_2 -laser beam with argon plasma of gas tungsten arc

Hongjun Ji, Long Li, Lijie Wang & Mingyu Li

- Microstructures and properties of the Fe-based amorphous foil/aluminum dissimilar joint by ultrasonic-assisted soldering

L. Shi, C. S. Wu & H. J. Liu

- Analysis of heat transfer and material flow in reverse dual-rotation friction stir welding

H. S. Ren, H. P. Xiong, B. Chen & S. J. Pang

- Vacuum brazing TiAl to Ti_3Al using two Ti-based filler metals

H. S. Ren, H. P. Xiong, B. Chen & S. J. Pang

- Vacuum brazing TiAl to Ti_3Al using two Ti-based filler metals

S. Baumgartner, M. Schuler, A. Holy, R. Schnitzer & N. Enzinger

- Dissimilar welding of the creep resistant steels CB2 and P92 with flux cored wires

M. Ohata, G. Morimoto, Y. Fukuda, F. Minami, K. Inose & T. Handa

- Prediction of ductile fracture path in Charpy V-notch specimen for laser beam welds

A. Nitsche, D. Allen & P. Mayr

- Damage assessment of creep affected weldments of a Grade 91 header component after long-term high temperature service

Peer Woizeschke, Eugen Mosgowoi & Frank Voltersen

- Decreasing pore formation in multiple-sheet laser joining with interfacial polymeric contaminations



M.A. Valiente Bermejo, L. Karlsson, L-E. Svensson, K. Hurtig, H. Rasmuson, M. Frodigh & P. Bengtsson

- Effect of welding position on properties of duplex and superduplex stainless steel circumferential welds

M. Lohse, E. Siewert, M. Hertel, U. Füssel & S. Rose

- Modelling of the cathode sheath region in TIG welding

Helena Polezhayeva, David Howarth, Manoj Kumar, Bilal Ahmad & Michael E. Fitzpatrick

- The effect of compressive fatigue loads on fatigue strength of non-load carrying specimens subjected to ultrasonic impact treatment

Telmo G. Santos, R. M. Miranda, F. Nascimento, Luísa Quintino, Pedro Vilaça & Carla C. C. R. de Carvalho

- Surface discontinuity detection using bacterial suspensions

J. Baumgartner, H. Schmidt, E. Ince, T. Melz & K. Dilger

- Fatigue assessment of welded joints using stress averaging and critical distance approaches

Murugaiyan Amirthalingam, E. M. van der Aa, C. Kwakernaak, M. J. M. Hermans & I. M. Richardson

- Elemental segregation during resistance spot welding of boron containing advanced high strength steels

WELDPPOINT – Singapore Welding Society (SWS):

- President's 2015 Annual Report – p. 2,
- The SWS Membership Program – p. 10,
- AWF Meeting in Kanchanaburi, Thailand – p. 12,
- Cooperation Agreement Signed Between JWES and SWS in Thailand – p. 16,
- ICE – The Revolutionary Submerged Arc Welding
- Technology that Provides up to
- 100% Increase In productivity – p.18,
- SWS Member's Night – p.24.

European industry's employment and qualification opportunities as seen by the joining sector



Whitepaper

Employment, training and qualification needs of the European industry – a perspective from the joining sector

Europe's economies have grown on a thriving industrial base. Albeit still a powerhouse, it needs to reinvent itself to regain competitiveness and leverage new growth opportunities. Enabling technologies, such as joining, can play a pivotal role in its future. That is the focus of a special Whitepaper developed highlighting the current and future shortage of skills to support this growth. Read more on EWF's website

Europe is the birthplace of the industrial revolution. Although services have been more recently perceived as a growth area for the continent as a whole at the same time that industrial production has taken a less visible role, manufacturing is still a hallmark of Europe and an area of ample wealth generation and employment opportunities. Industrial activities still account for over 80% of Europe's exports and 80% of private research and innovation. It also plays a pivotal role in EU competitiveness and growth opportunities moving forward, as it has been reinforced by the Commission and the guidelines of Program Horizon 2020. And, as key enabling and pervasive technologies in all manufacturing processes, joining and welding are cornerstones of manufacturing success and competitiveness. In itself, welding is considered as a 'Special Process', which means that its quality cannot be readily verified and its successful application requires specialist management, personnel and procedures above and beyond those that are considered for general quality systems such as ISO 9001. It also represents a cross-generation profession, with employment and career opportunities for all ages. Its relevance has been highlighted by the Commission's Industrial Renaissance in Europe communication as well as, amongst other initiatives, the launch of the Technology Platform "Manufuture" and, more recently, the creation of the Joining Sub-Platform within Manufuture.

In spite of this vision and long-term positive prospects for welding and joining, the sector has seen a worrying trend in which the number of youngsters embracing the profession has dwindled in the last decade, while retraining of current professionals has also followed the same route. This trend could potentially hinder the growth and competitiveness of manufacturing industries in Europe. So, in order to maintain the quality level in manufacturing and the engineering sector at large, and to prevent future issues with professionals' shortage, it is fundamental to invest in people's training and qualification.

The harmonised international EWF training, qualification and certification systems provide manufacturing companies worldwide and their workforce with a convenient, comprehensive and convincing way of demonstrating compliance with EN ISO 3834 and EN ISO 14731, as well as the most recent EN 1090 and EN 15085, which is a mandatory requirement to obtain CE Marking and, as such, entry into all European Union Markets. These systems have achieved considerable maturity and recognition, and are being continuously improved.

The role of the training and qualification stakeholders

The shortage of welding and joining professionals means actions need to be taken to address it. Beyond regular training, this can also be achieved through increasingly sophisticated distance-learning technologies, increasing its reach and attractiveness to younger, more technology-savvy, audiences.

EWF, as well as other relevant players in the industry, is actively working to raise awareness amongst all of the potential professionals about the increasing opportunities that exist on the manufacturing sector. For EWF specifically, the focus has been on developing relevant initiatives, ranging from recognition through awards for young welders, best welding coordinator and Lifetime achievement to implementing innovative teaching methods, including implementation of Virtual Technology in education of welders and welding specialists as well as through the launch of the Welding Dictionary app, currently available on the Apple App Store and in the implementation of distance learning in welding / joining technologies.

To ensure the long-term success of the profession, further initiatives are required, such as working closely with EWF members to qualify existing workforce and get them up to speed on the new technologies and materials used in joining. Also, looking ahead, reaching out to secondary school students, reinforcing the distance-learning modules, creating new mobile programs and solutions that respond to current and future workforce needs and methods, as well as to technological evolution. These challenges are the cornerstone of future evolution of Joining technology and where EWF will be working in the future to develop its programs and initiatives.

About the European Federation for Welding, Joining and Cutting

EWF is a pioneer in implementing a harmonized qualification and certification system for joining professionals. Through European projects EWF has been innovating in welding training methodologies, and involved in the development of new technologies and uses for welding and joining. Through its member organisations, EWF has established a firm link to the local industry, providing knowledge and training as well as participating in research initiatives that address the most pressing questions and challenges in the field of welding.

Contacts for media:

Eurico Assunção (EGAssuncao@isq.pt)

EFW DISSEMINATION MATERIAL

Several articles where published regarding the EWF and other relevant EWF activities.



Szolnokon ülésezett a CEN vasúti jármű hegesztési szabványbizottsága

2015. június 16. és 18. között Magyarországon került sor az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) vasúti járművek hegesztésével foglalkozó szabványbizottságának soros ülésére. A bizottság tagjai pozitívan nyilatkoztak a vasúti járművek tervezésével, gyártásával és karbantartásával kapcsolatos magyarországi tapasztalataikról. A hegesztett vasúti járműszerkezetek karbantartását szabályzó prEN 15085-6:2015 szabvány tervezetének kidolgozása során a szervezet fokozottan számít a magyar szakemberek munkájára.

illetve a technika fejlődését követő aktualizálása. A háromnapos rendezvény házigazdája a STADLER Szolnok Vasúti Járműgyártó Kft. és a MÁV-START Zrt. szolnoki vasúti jármű-javítási telephelye volt. Az ülésen 7 tagállam 14 szakértője vett részt. A Magyar Vasúti jármű Hegesztési Koordinációs Bizottságot Borhy István elnök és Belső László titkár képviselte.

Az ülés résztvevői véglegesítették a prEN 15085-2:2015 szabvány tervezetét, megvitaták a prEN 15085-4:2015 ill. prEN 15085-5:2015

A bizottság tagjai egyértelműen pozitívan nyilatkoztak a hegesztett vasúti járműszerkezetek tervezésével, gyártásával és karbantartásával kapcsolatos magyarországi tapasztalataikról, valamint a hazai fejlesztésű IC+ személykocsiról. Az érdeklődést mutatta, hogy a vendégek számos kérdést tettek fel a három nap során elhangzott előadásokkal kapcsolatban.

A rendezvényen elhangzott, hogy a hegesztett vasúti járműszerkezetek karbantartását szabályzó prEN 15085-6:2015 szabvány



2015. június 16. és 18. között Magyarországon került sor az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) vasúti járművek hegesztésével foglalkozó szabványbizottságának (CEN/TC 256 / WG 31) soros ülésére. A vasúti járművek és jármű részegységek hegesztésében érintett szervezetek (tervezők, gyártók, karbantartók, üzemeltetők) valamint a hegesztőüzemek felkészültségét értékelő tanúsítók képviselőiből álló nemzetközi bizottság feladata a vasúti járművek hegesztésére vonatkozó szabvány kidolgozása,

szabványokhoz beérkezett észrevételeket, valamint megkezdték a prEN 15085-6:2015 szabvány részletes tárgyalását.

A szabványbizottság elnöke, dr. Lothar Jacobskötter (Siemens AG.) zárszavában köszönetét fejezte ki a magyarországi ülés előkészítésében és lebonyolításában közreműködő partnereknek és szakembereknek. Külön kiemelte, hogy az ülést kísérő szakmai és kulturális programok hozzájárultak a résztvevő szakemberek közötti kapcsolatok elmélyítéséhez.

tervezetének kidolgozása során fokozottan számítanak a magyar szakemberek – elsősorban a MÁV-START Zrt. Hegesztési Felügyeletének – tapasztalataira. Ez a felkérés, valamint a szabványbizottság ülésének sikeres lebonyolítása jelentősen hozzájárul a vasúti járművek hegesztésével foglalkozó magyar szakemberek nemzetközi elismertségének erősítéséhez, egyúttal rangos szakmai elismerést jelent a STADLER Szolnok Vasúti Járműgyártó Kft. és a MÁV-START Zrt. – mint vasúti járműgyártó és rendszerintegrátor – számára.

Vasúti jármű hegesztési ankét

A Magyar Vasúti Jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság kezdeményezésére a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés közreműködésével a MACH-TECH gépgyártás-technológiai és hegesztéstechnikai szakkiállítás keretében 2015. május 13-án került megrendezésre a Vasúti Jármű Hegesztési Ankét és Tapasztalatscseréje.

lefolytatására a jelen lévő szakemberek Kristóf Csabát, a MAHEG elnökhelyettesét kérték fel.

Zárszóként Borhy István, a Magyar Vasúti Jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság elnöke összegezte az elhangzottakat és megvonta a rendezvény gyorsmérlegét. Felhívta a figyelmet a hegesztett vasúti járműszerkezetek tervezésében, gyártásában, karbantartásában és viz-

szakkiállításon kiállító cégek standjait tekinthették meg. Az elhangzott előadásokat a résztvevők a MHTÉ honlapjáról 2015. július 31-ig elektronikus formában letölthetik. A 70 regisztrált résztvevő a vasúti járművek és járműszerkezetek hegesztésével foglalkozó szakemberek érdeklődését és szakmai elkötelezettségét igazolta. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján előrelát-




Az ankétan megjelent szakemberek köszönését követően Gayer Béla, igazgatóhelyettes (Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés) ismertette a rendezvény programját és célkitűzéseit. A 2015. évi ankét és tapasztalatscseréje előadói egyrészt a szabványok gyakorlati alkalmazásával összefüggő tapasztalatok bemutatására, másrészt az előírások változásából eredő feladatokra helyezték a hangsúlyt. Borhy István, a Magyar Vasúti Jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság elnöke az EN 15085 szabványsorozat tervezett módosításairól, valamint a CEN/TC 256 / WG 31 szabványbizottságban folyó munka aktualitásai számolt be előadásában. Cibere Gábor az ÉMI-TÜV Süd Kft. szakértője az EN 15085-2 szabvány szerinti tanúsítások tapasztalatait ismertette, majd Bakos Levente a TÜV Rheinland InterCert Kft. személytanúsító hely vezetője számolt be az EN ISO 9606-1 és az EN ISO 14732 szabványok bevezetésének tapasztalatairól.

Rövid kérészetet követően Nagy Tibor, a Dunakeszi Járműjavító Kft. hegesztési felügyelet vezetője egy balesetes személykocsi javításának tapasztalatait ismertette előadásában. Végezetül Silye Angéla minőségügyi igazgató és Sándor László hegesztési felügyelő (mindketten AKG Zrt. (Orosháza)) az acélöntvények javítóhegesztésének példáján keresztül tekintették át az IRIS irányítási rendszer működésének tapasztalatait.

Az elhangzott előadásokat követően a résztvevők kérdések és hozzászólások formájában ütköztették gondolataikat ill. fogalmazták meg javaslataikat. A résztvevők egyetértettek abban, hogy a Hegesztési Biztonsági Szabályzat és a kapcsolódó jogszabályi követelmények felülvizsgálata és módosítása szükséges. A jogalkotóval történő egyeztetés előkészítésére és

gálatában érintett szakemberek közötti tapasztalatscseréje fontosságára és előnyeire. A zárszót követően a résztvevők a hegesztéstechnikai

hatólag 2017. május havának második felében kerül sor a vasúti jármű hegesztési ankét és tapasztalatscseréje ismételt megrendezésére.



American Welding Society
STANDARDS
www.aws.org


GOOD NEWS FOR OUR VALUED AWS PUBLICATIONS CUSTOMERS

After 5 years, the wait is over.

AWS is pleased to announce release of the new D1.1. Order your copy of the **AWS D1.1/D1.1M: 2015 Structural Welding Code – Steel Today!**

The Standard will be released for publication August 21, 2015, with electronic PDF copies available immediately, and hard copies shipping at the end of September.

The price is \$411 for Members and \$548 for Non-Members.



PRE-ORDER
YOUR COPY TODAY!

PRE-ORDER AT
AWS BOOKSTORE

You can also pre-order through our AWS Bookstore Customer Service Team by phone at 1-888-WELDING (1-888-935-3464) or email at customer.service@awspubs.com.

We appreciate your business!

The AWS Technical Standards Sales Team

IWS vizsga az Óbudai Egyetemen

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyagtechnológiai és Gyártástechnológiai Intézetének Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoportja – 7 saját oktatója és 7 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával – 2015. február 27. és június 13. között tartotta IWS (International Welding Specialist, azaz Nemzetközi Hegesztőspecialista) tanfolyamát.

Az IWS által jóváhagyott IAB-252r1-11 dokumentum tematikája szerint szervezett tanfolyam 182 elméleti + 60 gyakorlati tanórából állt. Az elméleti tanórák, valamint a vizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződnek:

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

A képzést lezáró vizsga szakaszai az alábbiak voltak:

- a 2015. június 23-án lebonyolított – 3 modulból és modulonként 30 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsga (A 2. modulból nem generált tesztet az on-line rendszer);
- a 2015. június 25-én lezajlott – 4 modulból és modulonként 45 kérdésből álló – írásbeli tesztvizsga;

- a 2015. június 26-án teljesített – 4 modulból és modulonként 2 húzott tétel ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 22 fő szerzett IWS oklevelet. Az alábbi fotóösszeállítás az egyes vizsgaszakaszokon, ill. a szóbeli vizsganap végén készült képeket tartalmazza.

A nagyobb képen az újdonsült Nemzetközi Hegesztőspecialisták mellett a szóbeli vizsgabizottság tagjai is láthatók.



IWT vizsga az Óbudai Egyetemen

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyagtechnológiai és Gyártástechnológiai Intézetének Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoportja – 7 saját oktatója és 7 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával – 2015. február 5. és június 19. között tartotta IWT (International Welding Technologist, azaz Nemzetközi Hegesztőtechnológus) tanfolyamát. Az IWT által jóváhagyott IAB-252r1-11 dokumentum tematikája szerint szervezett tanfolyam 302 elméleti + 60 gyakorlati tanórából állt. Az elméleti tanórák, valamint a vizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződnek:

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

A képzést lezáró vizsga szakaszai az alábbiak voltak:

- a 2015. június 30-án lebonyolított – 3 modulból és modulonként 20 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsga (A 3. modulból nem generált tesztet az on-line rendszer);
- a 2015. július 2-án lezajlott – 4 modulból és modulonként 45 kérdésből álló – írásbeli tesztvizsga;

- a 2015. július 3-án teljesített – 4 modulból és modulonként 2 húzott tétel ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 26 fő szerzett IWT oklevelet. Az alábbi fotóösszeállítás az egyes vizsgaszakaszokon, ill. a szóbeli vizsganap végén készült képeket tartalmaz.

A nagyobb képen az újdonsült Nemzetközi Hegesztőtechnológusok mellett a szóbeli vizsgabizottság tagjai is láthatók.



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

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS

HEGESZTÉSI FELELŐSÖK XVII. Országos Tanácskozása

2015. 09. 17–18. Hajdúszoboszló



Dátum	Idő	Program	Előadó	Kapcsolat
1. nap Levezető elnök: Gyura László • Tel: 06 20 956 1050 • Laszlo.Gyura@hu.linde-gas.com				
2015.09.17. Csütörtök	12 ⁰⁰ –14 ⁰⁰	Ebéd		
	14 ⁰⁰ –14 ³⁰	Megnyitó: 25 éves az MHE	Dr. Szabó Béla	Tel.: 06 1 467 2810 email: belaszabo@mhte.hu
	14 ³⁰ –15 ⁰⁰	Ipari beruházások Magyarországon	Dr. Glattfelder Béla	email: zoltan.fejes@ngm.gov.hu
	15 ⁰⁰ –15 ³⁰	Vegyeskötések és meghibásodásai	Prof. Dr. Gerd Kuscher Tolmácsol Dr. Gremesperger Géza	Tel.: +49 511 21962-85 email: kuscher@slv-hannover.de
	15 ³⁰ –15 ⁵⁰	A hegesztés során felmerülő kockázatok és azok biztosítása	Dr. Bárczay András	Tel.: 06 30 950 6256 email: barczay.tanacsado@gmail.com
	15 ⁵⁰ –16 ²⁰	Szünet		
	16 ²⁰ –16 ⁴⁰	A hegesztési ömledékre ható erők és ezek szerepe a hegesztési folyamat stabilitására	Sándor Tamás	Tel.: 06 20 944 5854 email: tamas.sandor@esab.hu
	16 ⁴⁰ –17 ⁰⁰	A hegesztés ergonómijáról keveset beszélünk	Dr.Szabó Gyula	Tel.: 06 20 334 9199 email: szabo.gyula@bkg.uni-obuda.hu
	17 ⁰⁰ –17 ²⁰	Tapasztalatok gázturbina alkatrészek plazma kulcslyukhegesztésénél	Szilágyi Péter	Tel.: 06 30 602 5824 email: peter.szilagyi@ge.com
	17 ²⁰ –17 ⁴⁰	Alumínium hegesztés négyszeres sebességgel	Erdő Imre	Tel: 06 30 611 2598 email: imre.erdo@igm-group.com
	17 ⁴⁰ –18 ⁰⁰	Ha nem a nanotechnológiáé a jövő akkor miért a hegesztésé?	Dr. Dobránszky János	Tel.: 06 1 46 1934 email: dobi@eik.bme.hu
	18 ⁰⁰	Kérdések, hozzászólások		
20 ⁰⁰	Vacsora			
2. nap Levezető elnök: Fülöp Zsoltné • Tel: 06 20 326 0333 • pfulopne@gmail.com				
2015.09.18 Péntek	09 ⁰⁰ –09 ²⁰	Vasúti acélöntvények javító hegesztés technológiája	Sándor László	Tel.: 06 30 239 9932 email: sandor.laszlo@akgrt.hu
	09 ²⁰ –09 ⁴⁰	A hegesztés szabványosításáról	Szabó József	Tel.: 06 1 456 846 email: j.szabo@mszt.hu
	09 ⁴⁰ –10 ⁰⁰	Offline robotprogramozás a hegesztési felelős megoldásában	Kovács László	Tel.: 06 30 9589 566 email: laszlo.kovacs@synergic.hu
	10 ⁰⁰ –10 ²⁰	Hogyan javítsuk versenyképességünket a hegesztett szerkezetek gyártásának nemzetközi versenyében	Nagy Ferenc	Tel.: 06 30 933 4194 email: rehm@rehm.hu
	10 ²⁰ –10 ⁴⁰	Erősen ötvözött portöltésű huzalok és fejlesztésük	Fehérvári Gábor	Tel.: 06 30 251 4397 email: gabor.fehervari@bohler-uddeholm.hu
	10 ⁴⁰ –11 ⁰⁰	Hegesztőversenyek tapasztalatai 15'+5'	Benus Ferenc Nagy Ferenc	Tel.: 06 30 410 096 email: matraheg@t-online.hu Tel.: 06 53 380 078 email: rehm@rehm.hu
	11 ⁰⁰ –11 ²⁰	Termelékeny plazmahegesztés a tartálygyártásban	Patonai Tibor	Tel: 06 30 345 7568 email: patonai.tibor@patent.hu
	11 ²⁰ –11 ⁴⁰	Gyártásfelügyelet felsőfokon	Fajger János	Tel.: 06 30 335 2699 email: fajgerkft@gmail.com
	11 ⁴⁰ –12 ⁰⁰	A hegesztési felelős állásinterjúja	Dr. Kuti János	Tel.: 06 30 209 9316 email: kuti.janos@rh.uni-obuda.hu
	12 ⁰⁰ –	Kérdések, hozzászólások, ebéd		

Összeállította az MHE apparátusa nevében Dr. Szabó Béla

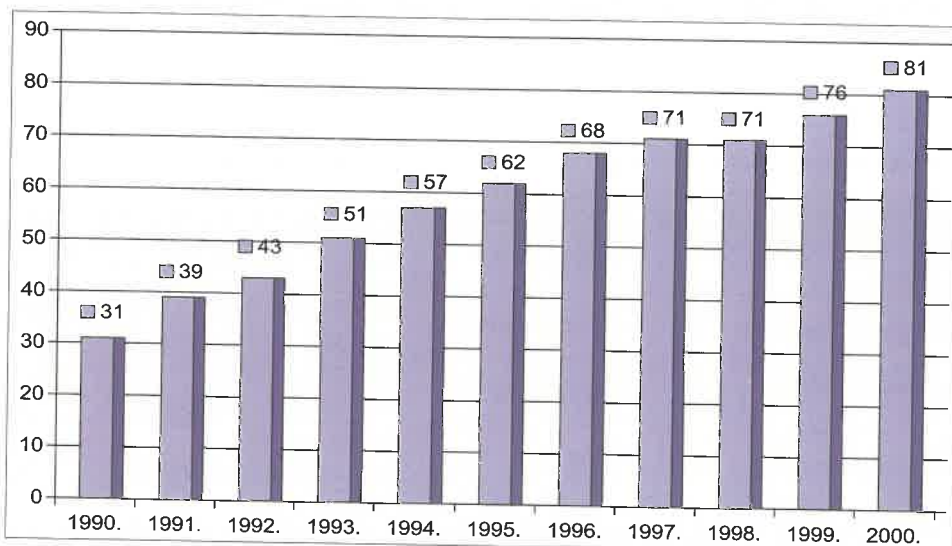
25 éve alakult meg a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés

Áttekintés (részletek az év végén megjelenő külön számban)

Már 1989-ben elsősorban 3 vállalat (Gyár- és Gépszerelő, Vegyész) és a TÜV Rheinland kezdeményezésére megkezdődött az MHE szervezése. Ezt követően további 28 vállalat adott szándéknyilatkozatot a csatlakozásra.

Ez tette lehetővé, az első megalakuló igazgatótanácsi ülés megtartását 1991. február 27-én. Az első Igazgatótanács ülése jóváhagyta a Gazdasági Társaságokról szóló törvény vonatkozó előírásainak megfelelően a

- Társasági Szerződést;
- Szervezeti és Működési Szabályzatot;
- megválasztotta határozott időre az MHE elnökét, Felügyelő Bizottságát és igazgatóját.

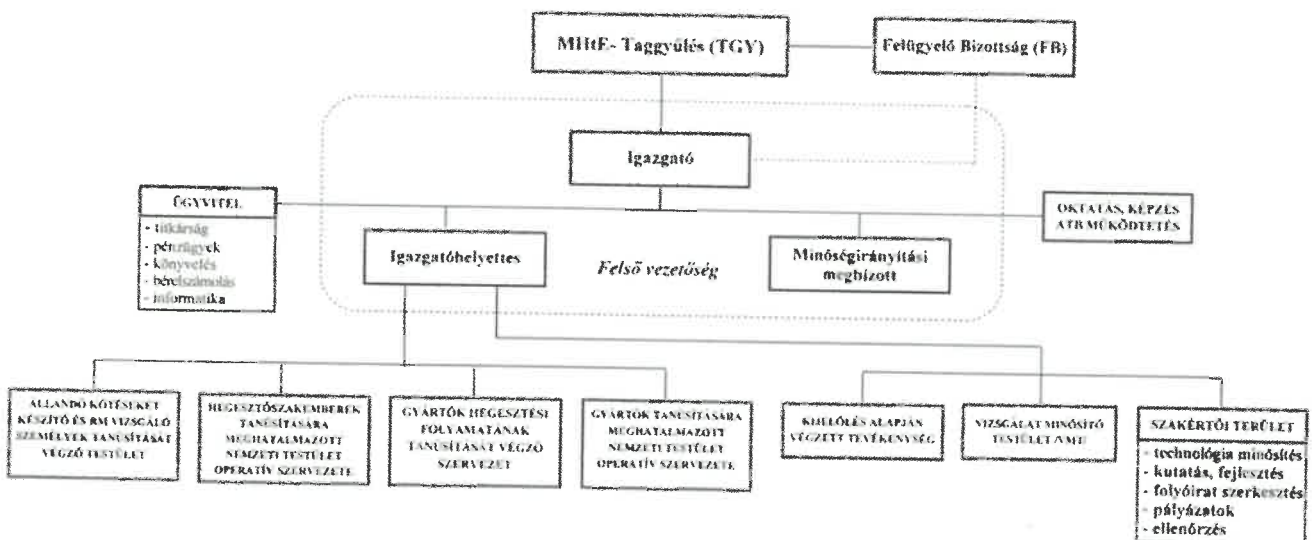


A tagszervezetek számának alakulása. A tagszervezetek, az oktató- és minősítő helyek számát és megnevezését mindegyik „Hegesztéstechnika” folyóirat külön lapon tartalmazza

A kitűzött főbb feladatok voltak:

- az eredményes gazdálkodás;
- a hazai alap és középfokú szakmai oktatások tartalmának, követelményeinek meghatározása és fejlesztése;
- az osztrák és német kormányok által meghirdetett pályázatok segítségével multiplikátor gyakorlati oktatók felkészítésének szervezése és lefolytatása az európai minősítési rendszer alkalmazására;
- az európai szabványoknak megfelelő személy minősítő és tanúsító rendszerek bevezetésének előkészítése és bevezetése;
- az EWF/IIW képzés bevezetése;
- a magyar és EWF oktató és minősítő helyek kijelölése;
- a hegesztőminősítések, anyagvizsgáló tanúsítások, EWF/IIW képzések vizsgáztatások szabályzatainak elkészítése illetve honosítása és azok végzése;

MHE szervezeti felépítése



Jelmagyarázat: ——— függelmi kapcsolat
..... felügyeleti kapcsolat

Az MHE szervezeti felépítése

- projektekben való részvétel magyarországi végrehajtása.

Mindehhez járultak még:

- bel- és külföldi kapcsolatok felvétele más társadalmi szervezetekkel;
- külföldi tanulmányutak, tapasztalat-cserék, kiállítás látogatások; stb.

A kitűzött feladatok végrehajtása (feltételek) egteremtése, alkalmazása és továbbfejlesztése

A feladatok végrehajtásának meghatározói voltak:

- a vonatkozó szakmai és gazdasági rendeletek, szabályzatok, szabványok, irányelvek;
- az MHTÉ Igazgatótanács és FB határozatai;
- a cégjegyzett tevékenységi körök;
- a szabályzatokból kiemelten a Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) és nemzetközi vonatkozásban (EWF, IIW, DVS);
- a szervezetfejlesztés (tagszervezetek számának alakulása).

A tagszervezetek számának alakulása

(Megjegyzés) A tagszervezetek, az oktató- és minősítő helyek számát és megnevezését mindegyik „Hegesztéstechnika” folyóirat külön lapon tartalmazza

Az MHTÉ szervezeti felépítése

Az elmúlt 25 év tevékenységi részletezése messze meghaladja a cikk lehet-

séges terjedelmét. Ezért csak ennek az időszaknak legfontosabb jellemzőinek, számadatainak, diagramjainak bemutatására van lehetőség.

Az MHTÉ működése (feltételrendszerek)

Elsőként megállapítható, hogy az MHTÉ a 25 év során tagdíj és szponzorálások nélkül "nonprofitos" gazdálkodás mellett (amit a törvény is lehetővé tesz) minden évben adózott eredményrel zárta az évet.

Ezáltal törzstőkéje: 3,1 millió Ft.-ról 9,1 millió forintra nőtt; adózott eredménytartaléka pedig: 28,619 millió Ft.

A személyi feltételek létrehozása a feladatok végrehajtásához

A feltételek megteremtésében nagy szerepe volt az MHTÉ-t működtető apparátus szakértelmének és az irányításon kívüli szabad mozgásterének, amelynek során igen fontos volt a megfelelő szakértők kiválasztása, kijelölése, felkérése és megbízása. Néhány jellemző adat:

- a tanfolyamok oktatóira és jegyzetek készítésére (kb. 30 fő);
- a fémhegesztők minősítésére (kb. 40 fő);
- a műanyaghegesztők minősítésére (kb. 16 fő);
- az anyagvizsgálók tanúsítására (kb. 20 fő);
- az EWF/IIW tanfolyamokon a képzésre és vizsgáztatásra (kb. 20 fő);
- a képző, minősítő, EWF/IIW oktató és vizsgáztató helyek feltételei-

nek kidolgozására és tanúsítására (kb. 30 fő);

- a különböző konferenciák előadóira (kb. 50 fő);
- a magyar és német (DVS-SLV) üzemalkalmasságok tanúsítására (kb. 30 fő);
- a „Hegesztéstechnika” folyóirat cikkeinek írására (kb. 80 fő);
- a különböző bizottságok és testületek tagjaira (kb. 120 fő);
- a Vizsgálat Minősítő Testület (Paks) szakértőire (kb. 20 fő);
- a különböző hegesztési technológiák készítésére és a vizsgadarabok törzskönyvezésére (kb. 15 fő);
- a szabványosítási szakértők felkérésére (kb. 10 fő);
- a tanulmányok, elemzések, fordítások készítésére (kb. 10 fő);
- magyar-német-angol szakszótárak elkészítésére (6 fő).

A tárgyi feltételek kialakítása a feladatok végrehajtásához

OKJ oktatásra kidolgozott javaslatok, tematikák elkészítése;

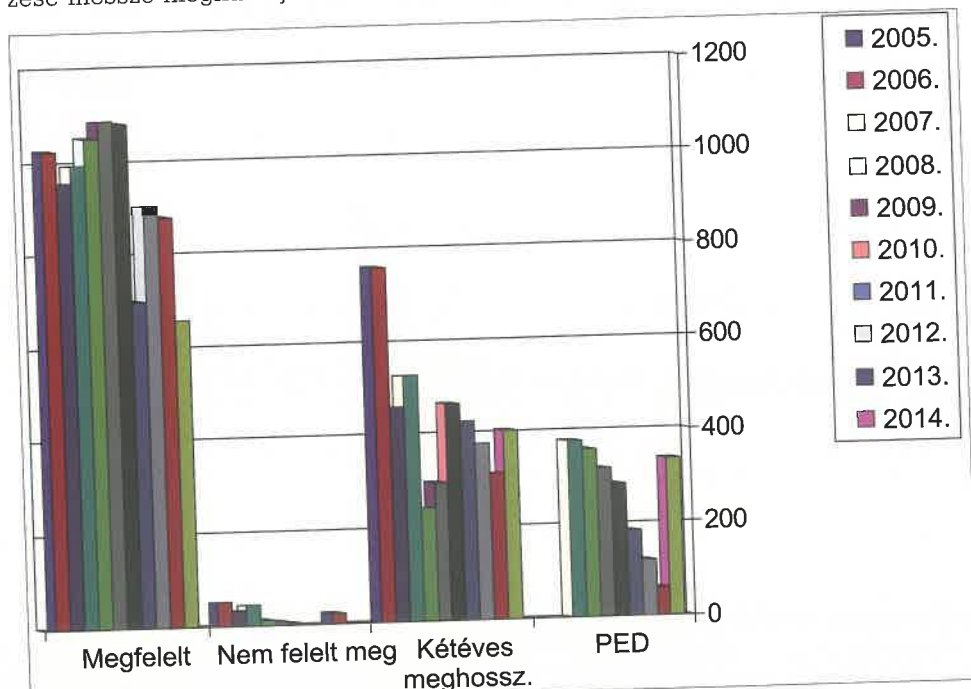
- a tanfolyami oktatási jegyzetek kidolgozása
- részvétel pályázatok projektjeiben;
- a képző és minősítő helyek kijelölése (kb. 39 db.) ellenőrzése;
- az EWF/IIW oktató- és vizsgáztató helyek kijelölése és ellenőrzése;
- ismertető kiadványok készítése;
- tagszervezeti bemutatók;
- honlap és speciális szoftverek.

A szervezeti feltételek az oktatásban, minősítésben és az EWF/IIW képesítéseknél

- javaslat az OKJ rendszerének fejlesztésére;
- az MHTÉ a 90-es években a hegesztés és anyagvizsgálat vizsgaközpontja lett;
- az MHTÉ 1998-ban az EWF tagja és Magyarország képviselője lett;
- az MHTÉ-t 1995-ben elsőként akkreditálta az EWF Magyarországon személytanúsításra;
- az EWF 1998-ban akkreditálta a különböző képzési formákra az MHTÉ-t;
- az MHTÉ több bizottságot, testületet hozott létre és működtet;
- a konferenciák közös szervezését is folyamatosan végzi.

Az MHTÉ néhány tevékenységének főbb jellemzői:

- A fémhegesztő minősítések számának alakulása
- A műanyaghegesztő minősítések számának alakulása



A fémhegesztő minősítések számának alakulása

- Az anyagvizsgáló tanúsítványok számának alakulása
- Az MHTÉ információs rendszere és reklámtevékenysége:
 - az MHTÉ honlapja;
 - a „Hegesztéstechnika” c. folyóiratban megjelent (évenként 4 és 2 különszám) kiadása;
- minőségirányítás, oktató- minősítő helyek, valamint üzemkalmassági tanúsítások területen a feladatokra, valamint egyéb szakértői tevékenységekre kiadott kiemelkedő számú megbízások és azok eredményei, amelyben bel- és külföldi rendezvényekről ad előzetes információt;
- mintegy 40 db. külön kiadott információs füzet, a szakkiallítások MHTÉ kiadványai;
- a megrendezett több mint 100 továbbképzés és konferencia.

Reklámtevékenysége során az MHTÉ különböző szaklapokban és az internetet folyamatosan közölte saját tevékenységét, valamint a „Hegesztéstechnika” c. folyóirat évenkénti 4 kiadásában, több mint 3000 hirdetést jelentetett meg.

Az MHTÉ kitüntettei

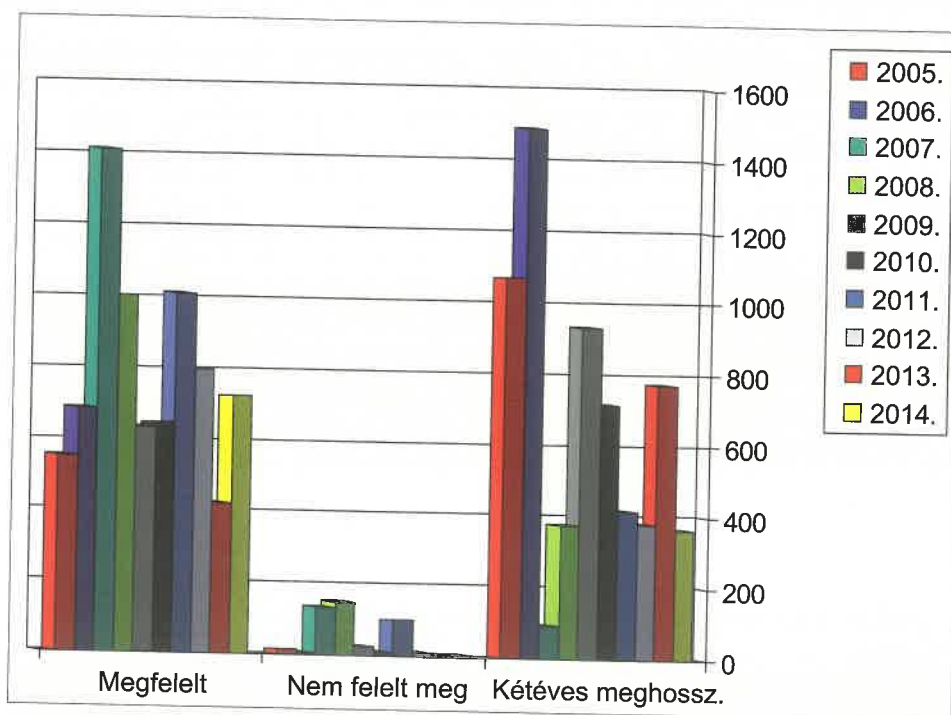
Az MHTÉ 15. és 20. évfordulója alkalmából a szakértői tevékenységükért, nemzetközi kapcsolatainak fejlesztéséért, valamint az eredményes gazdálkodás elősegítéséért:

2005. évben „PRO MHTÉ-ért” plakett és pénzjutalomban részesültek:

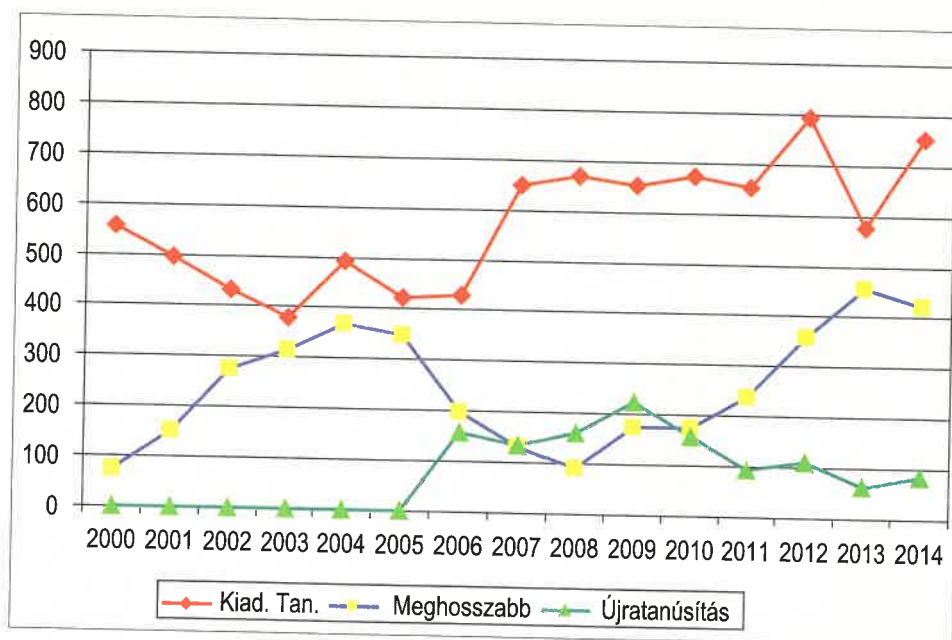
- Dr. Biszterszky Elemér (BME);
- Dr. Prof. Dr. Böhme (SLV München);
- Dr. Domanovszky Sándor (Ganz Acélszerkezet);
- Kálmán Iván (Böhler Kft.)
- Dr. Komócsin Mihály (ME);
- Dr. Rittinger János (ERŐKAR);
- Dr. Visontay István (AUTOMED).

2010. évben „PRO MHTÉ-ért” plakett és pénzjutalomban részesültek:

- Babics Péter (Atomenergiái Főfelügyelet);
- Mr. Dr. Birger John. Stav (norvégiai pályázat);
- Benus Ferenc (európai képzések);
- Dr. Cselótei István (testületi tevékenység);
- Csipkés József (minősítési tevékenység);
- Dr. Dulin László (Stadler Szolnok Kft. hegesztési felelős);
- Fülöp Zsoltné (minősítési tevékenység);
- Gáspár Jánosné (minősítési tevékenység);



A müanyaghegesztő minősítések számának alakulása



Az anyagvizsgáló tanúsítványok számának alakulása

- Mr. Tim Jessop (EWF képviselő);
- Szűcs Pál (oktatási tevékenység).

Emlékérem

- Dr. Artinger István az MHTÉ/ANB elnökének;
- Gayer Béla a VMT elnökének;
- Juhász Péter a HUANDTB elnökének;
- Pelcz József az MHTÉ/ANBCC elnökének;
- Dr. Rónyai Ferenc az MHTÉ/FB elnökének.

Befejezésül talán minden szerénység

nélkül megállapítható, hogy Magyarországon a hegesztési tevékenység még az un. nehéz időkben is működött és működik. Összefogása, fejlődése igen jó helyet foglal egész Európában.

A manuális hegesztők képzése sajnos nem egészen olyan, ami az igényeket kielégíti.

A közép- és felsőfokú képzésért elismerés az EWF-nek és elsősorban a magyar képző intézményeknek, valamint a kialakított (de még fejlesztendő) továbbképzési rendszernek, amely a mindenkori követelményeknek meg tud felelni.

Építő- és ívhegesztő eszközök HBSZ szerinti időszakos
biztonságtechnikai felülvizsgálata
Nyilvántartási sz.: NAT-1-1290/2012



gázhegesztés (Varga), lángvágás (Toldi)
és rokoneljárásaival (melegítés)
kapcsolatos eszközök
tervezése, gyártása, javítása

egyedi és hálózati
biztonsági szerelvények
forgalmazása

*Csökkentse védőgáz felhasználását
- akár 30%-kal -*



védőgáz takarékos szeleppel!



*hegesztő műhelyek,
munkahelyek kialakítása,
berendezése*

*központi gázellátás,
hegesztési por- és füstelszívás
kiépítése*

AUTOMED Autogéntechnikai Kft.

H-2120 Dunakeszi, Alagi-major
Tel./fax: 27/342-091; 27/540-375

Honlap: www.automed.hu

AUTOMED Autogéntechnikai Kft.

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-, vízsugár- és
lángvágó gépek forgalmazása, vevőszolgálat.
Kézi plazmavágók, hegesztő célgépek
forgalmazása, vevőszolgálat.

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

 MÁTRAI Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.

<http://virtualwelding.eu>

<http://matraheg.hu>

VIRTUAL
WELDING


Katula Levente*, Kovács László**, Dunai László***

Fejes csapok hegesztett kötéseinek statikus és fárasztó terhelésű vizsgálata

1. Bevezetés

A cikk fejes csapok hegesztett kötéseinek nyírási teherbírási és fáradási viselkedésének laboratóriumi vizsgálati eredményeit mutatja be. Az együttműködést biztosító nyírt fejes csap mind magasépítési öszvér-szerkezetekben az acél főtartó és vasbeton födémszerkezetek kapcsolataiban, mind öszvérszerkezetű hidak főtartóinak és vasbeton pályalemezének kapcsolataiban széles körűen alkalmazott. Jellemző, hogy hidépítésben 22 mm szarátmérőjű – adott esetben ennél nagyobb – fejes csapot, míg magasépítési öszvérfödémeknél M16 metrikus menetes szarát alkalmaznak nyírt kapcsolóelemként. A kísérletsorozatban jellegzetes szerkezeti részleteken vizsgáltuk az együttműködést biztosító különböző hegesztéstechnológiákkal kialakított hegesztett kapcsolatok statikus teherbírási és fáradási viselkedését. A vizsgálatra kiválasztott két szerkezeti részlet a.) a csap tengelyében bordával merevített lemezmező és b.) merevítetlen lemezmezőre felhegesztett csap, míg a hegesztéstechnológiák a.) kerámiagyűrűs ívhegesztés és b.) fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés voltak.

A szerkezetépítésben – építőiparban – leggyakrabban alkalmazott és legfontosabb két szerkezeti anyagunk – az acél és a beton – kombinációjából, együttműködtetéséből kialakuló szerkezeteket öszvérszerkezeteknek nevezük. Az öszvérszerkezetekben a két különböző tulajdonságú anyag jól kiegészíti egymást. A beton biztosítja a jó nyomási, az acél a kedvező húzási tulajdonságokat. A jelentős húzási ellenállással bíró karcsú acélszerkezetet, vagy acélkeresztmetszetet a betont egyrészt megtámasztja kihajlás, kifordulás és horpadás ellen, másrészt, ezen túlmenően, hatékonyan növeli a korrózióval és tűzzel szembeni ellenállását.

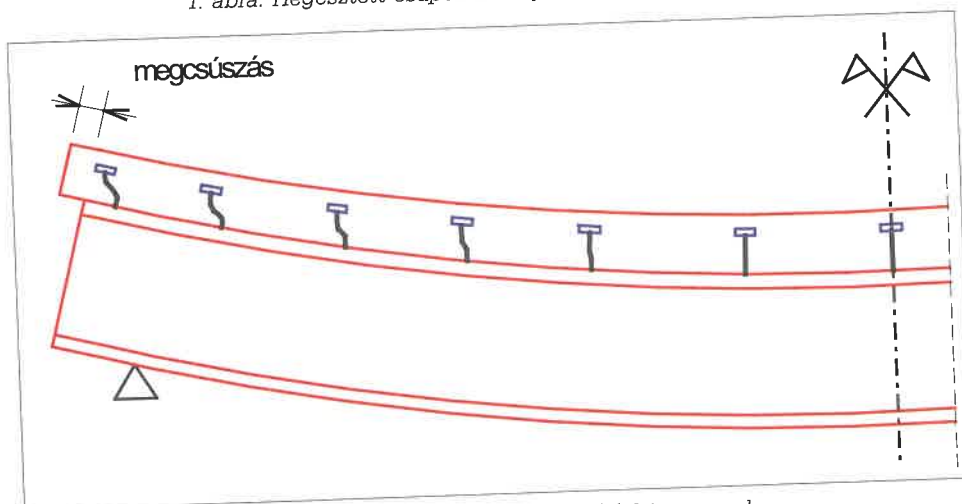
A két szerkezeti anyag együttműködtetését a legtöbb esetben az acéltartóra felhegesztett fejescsapok biztosítják – ld. 1. ábra. Ezeket a kapcsolóelemeket hívják nyírókapcsolatnak is, hiszen döntően a nyíróerő felvételét szolgálják. Ha az elcsúszás szabadon bekövetkezhetne az acélgerenda és betonlemez között, akkor a két komponens egymástól független lenne a teherviselésben. Azonban, ha az elcsúszást megakadályozzuk, vagy erősen korlátozzuk, akkor a két komponens együttműködővé válik, ahogyan azt a 2. ábra szemlélteti. A kapcsolt szerkezet ellenállásában bekövetkező növekedés az együttműködés mértékétől függ, amit az alkalmazott fejescsapok és azok kapcsolata határoz meg.

Az öszvér-hatás kihasználásával egy öszvérgerenda nagyobb merevséggel és ellenállással rendelkezik, mint a nem-együttműködő részek. Ennek eredményeként anyagmegtakarítás (kisebb acélgerenda), valamint a szerkezeti magasság csökkentése érhető el.

Öszvérszerkezetek teherbírása szempontjából a nyírókapcsolatok tervezett ellenállása és viselkedése kulcsfontosságú. A terhelés időbeni lefutása és módja miatt pl. hídszerkezeteken a csapok nyakvarrata ismétlődő terhelésnek van kitéve, mely figyelembe véve a hegesztés okozta anyagszerkezeti változásokat és a keresztmetszet változás hatását fáradás szempontjából fokozottan veszélyeztetett terület.



1. ábra. Hegesztett csapok a felújított Szabadság hídon



2. ábra Az együttműködést biztosító fejes csapok

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

Unit, MTS 410 Digital Function Generator felhasználásával végeztük. A hidraulikus henger által kifejtett terhelés a próbatestet terhelő villán keresztül adódott át. A próbatesteken a terhelési pontban erőt, valamint három helyen elmozdulásokat mértünk. Mértük a hidraulikus henger elmozdulását, elmozdulásokat a csap „nyakánál” és a csap végpontján.

A mért jelek feldolgozásához és rögzítéséhez Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM) gyártmányú Spider 8 típusú mérés-adatgyűjtő eszközt, a mérési adatok rögzítéséhez a HBM cég Catman Easy 3.1 szoftverét alkalmaztuk. A mérés statikus szakító- és kvázi-statiszikus nyíróvizsgálatokban 10 Hz, míg fázasztó vizsgálatokban 100 Hz frekvencián történt. A mérési frekvenciát a terhelési frekvencia figyelembevételével állítottuk be úgy, hogy a fázasztó terhelés hiszterézis görbéinek „belső” értékei mellett, azok szélsőértékei is mérésre kerüljenek. A statikus kísérleteknél minden adatot rögzítünk, míg fázasztó vizsgálatoknál – a nagy adatmennyiségre való tekintettel – 120 másodpercenként 30 másodperces mintavétel történt.

2. Statikus vizsgálatok eredményei

2.1. Szakítóvizsgálati eredmények

A kísérletekhez 0,003 mm/sec terhelési sebességet és elmozdulás-vezérlést használtunk. A mért erő-elmozdulás diagramokat 22 mm szára tmérőjű fejes csaphoz a 7. ábra mutatja be, míg az M16 metrikus menetes száron végzett kísérleti eredmények a 8. ábrán láthatóak.

Próbatestek megnevezésének értelmezése:

SC – nyírt kapcsolóelem öszvérszerkezetekhez,

6 – kapcsoló elem típusa, gyártmánytervhez kapcsolódóan (6 – 22 mm szára tmérőjű fejes csap, 7 – M16 metrikus menetes száru kapcsolóelem, ld. 3. ábra),

ST – statikus-húzó vizsgálat;

1 – futó index, vizsgálat száma.

A varratok kerámiagyűrűs csaphegesztéssel (782) készültek.

Az 1. és 2. táblázatok a szakítóvizsgálati eredményeket foglalják össze. A 22 mm szára tmérőjű fejes csapok kerámiagyűrűs hegesztéstechnológiával készült varratainak húzási ellenállása minden vizsgált esetben megha-

próbatest jele	alkalmazott csap	szakítóerő [kN]	szakítószilárdság [MPa]	tönkrementeli mód
SC-6-ST-1	22 mm fejes csap	209	549	alapanyag szakadás
SC-6-ST-2	22 mm fejes csap	198	520	
SC-6-ST-3	22 mm fejes csap	207	544	
SC-6-ST-4	22 mm fejes csap	201	530	
SC-6-ST-5	22 mm fejes csap	201	528	
SC-6-ST-6	22 mm fejes csap	204	537	
SC-7-ST-7	M16 menetes szár	126	805	alapanyag szakadás
SC-7-ST-8	M16 menetes szár	116	739	kiszakadás a varratból
SC-7-ST-9	M16 menetes szár	108	690	

1. táblázat: Fejes csappal és a metrikus menetes szárral készült próbatestek szakító mérési eredményeinek összefoglalása I.

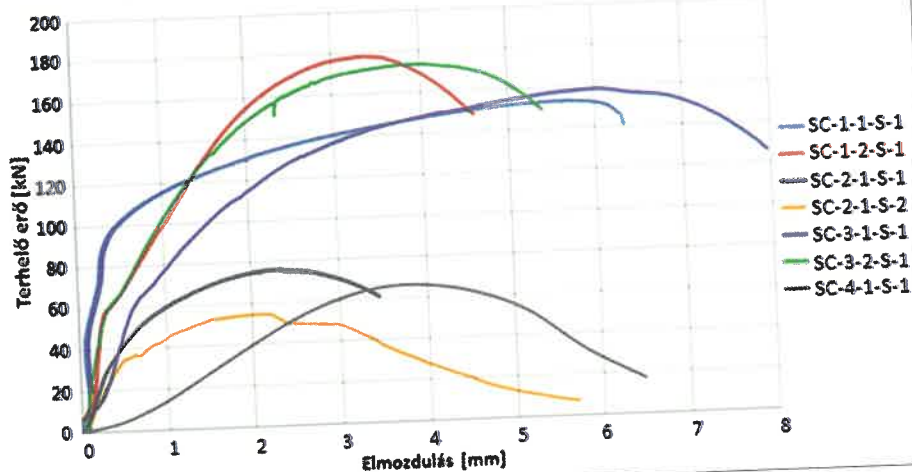
		M16 menetes szár	22 mm fejes csap
szakítóerő átlag	[kN]	116,9	203,2
szakítószilárdság átlag	[MPa]	744,8	534,6
szakítóerő szórás	[kN]	9,1	4,1
szakítószilárdság szórás	[MPa]	57,8	10,8
szakítóerő	CoV	0,08	0,02
szakítószilárdság	CoV	0,08	0,02

2. táblázat: Fejes csappal és metrikus menetes szárral készült próbatestek szakító mérési eredményeinek összefoglalása II.

próbatest jele	alkalmazott csap	kialakítás	hegesztés-technológia	teherbírás [kN]	nyírófeszültség [MPa]	tönkrementeli mód	
SC-1-1-S-1	22 mm, fejes csap	gerinclemezzel merevített próbatest	783	153,1	403	alapanyagban – annak hegesztési hőfolyamat által befolyásolt övezetéből – kiinduló nyírási repedés	
SC-1-2-S-1				135	469		
SC-2-1-S-1	M16, menetes szár		783	76,2	485	csaphegesztési varratból kiinduló törés	
SC-2-1-S-2	M16, menetes szár			54,4	347		
SC-3-1-S-1	22 mm, fejes csap		merevítés nélküli próbatest	783	158,5	417	alapanyagban – annak hegesztési hőfolyamat által befolyásolt övezetéből – kiinduló nyírási repedés
SC-3-2-S-1					135	457	
SC-4-1-S-1	M16, menetes szár	783		66,1	396	csaphegesztési varratból kiinduló törés	

3. táblázat: Fejes csap és menetes szárral készült próbatestek statikus nyíróvizsgálatainak összefoglalása

Erő - elmozdulás függvények kvázi-statisz nyírt próbatetek esetén



9. ábra. Kvázi-statiszusan terhelt, nyírt próbatetek erő-elmozdulás diagramja



10. ábra. SC-2-1-S-1, SC-2-1-S-2, SC-4-1-S-1 próbatetek hegesztési kötészhibái

adta a csap alapanyagát, azaz alapanyag tönkremenetel következett be. A fejes csapok átlagos szakítószilárdsága 535 MPa.

M16 metrikus menetes szárral készült próbatetek vizsgált három varratából kettőnél a szár varratból történő kiszakadását, egy esetben a menetes szár alapanyagának szakadását tapasztaltuk.

2.2. Kvázi-statisz nyíróvizsgálati eredmények

A statisz nyírókísérleteket a hegesztési varratok nyírási viselkedésének és ellenállásának meghatározása érdekében végeztük el. A kísérletekből meghatározott teherbírás értékeket felhasználtuk a fárasztó kísérletek terhelési szintjeinek meghatározásához. A mérési eredményeket a 3. táblázat és a 9. ábra foglalja össze. Próbatestek megnevezésének értelmezése:

SC – nyírt kapcsolóelem öszvérszerkezetekhez,

1 – kapcsoló elem típusa, gyártmánytervezettséghez kapcsolódóan (1 – 22 mm szárátmérőjű fejes csap, gerinclemezzel merevített próbatet, 2 – M16 metrikus menetes szárú kapcsolóelem, gerinc-

lemezzel merevített próbatet, 3 – 22 mm szárátmérőjű fejes csap, merevítés nélküli próbatet, 4 – M16 metrikus menetes szárú kapcsolóelem, gerinclemezzel merevítés nélkül, lásd 4. ábra),

1 – alkalmazott hegesztéstechnológia (1 – kerámiagyűrűs csaphegesztés (782), 2 – fogyóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztés (135))

S – kvázi-statisz nyíróvizsgálat, F – fárasztó vizsgálat;

1 – futó index, vizsgálat száma

22 mm szárátmérőjű fejes csapok esetében, mindkét vizsgált hegesztéstechnológia és szerkezeti kialakítás esetén a vizsgálatok a fejes csap alapanyagának tönkremenetelét mutatták. Ezzel szemben az M16 menetes száron végzett kísérletben a csaphegesztett kötés elnyíródását tapasztaltuk. Ennek oka egyértelműen a kedvezőtlen hegesztési paraméterekben, illetve a próbatetek előkészítésében keresendő. A kisebb ellenálláshoz a hegesztési varrathiba vezetett, ld. 10. ábra. A tönkremenetel a csaphegesztés varratának megrepedésével kezdődött és a kötészhibákkal terhelt ömledékben gyorsan terjedt.

A fogyóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztéssel készült próbatetek nyírási teherbírása 14%-kal magasabb gerinclemezzel merevített, illetve 8,7%-kal merevítetlen próbateteknél a kerámiagyűrűs csaphegesztéses technológiával készült próbatetekéhez képest.

Kerámiagyűrűs csaphegesztéssel készült mintadarabok esetén a gerinc fölé hegesztett csapoknál mért kezdeti merevség nagyobb a merevítetlen próbatetek mértnél. Ezzel szemben a fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztéssel készült próbatetek a csap merevsége merevített és merevítetlen esetben is közel azonos, ahogy az a 9. ábrán (SC-1-2-S-1 és SC-3-2-S-1) látható. A nagyobb „kezdeti merevség” az alkalmazott hegesztési eljárásnak köszönhető, mivel 135-ös eljárással 4-5 mm-es, míg kerámiagyűrűs csaphegesztéssel 2-2,5 mm-es varrat alakítható ki.

Az elvégzett vizsgálatokból megállapítható, hogy az M16-os szárnál alkalmazott hegesztési beállítások –, vagy a hegesztéstechnológiai utasítástól történt eltérés – a megkívántnál rosszabb minőségű varratot eredményeztek.

3. Fárasztóvizsgálati eredmények

3.1. M16 metrikus menetes szárok fáradásvizsgálati eredményei

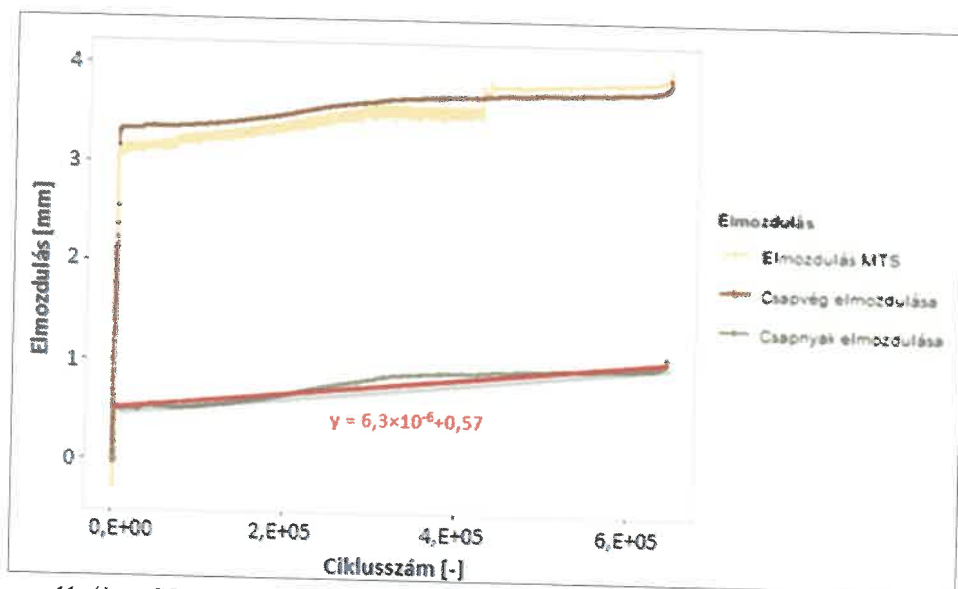
Az Eurocode EN 1993-1-9 [2] szabványban a szerkezeti részletek fáradási osztályokba való besorolása különböző forrásokból származó kísérleti vizsgálatok eredményeinek statisztikai feldolgozásával történt. A laboratóriumi fárasztó kísérletek gyakorlatban alkalmazható fáradási tönkremeneteli kritériumai többféle tönkremeneteli módot adhatnak meg. Általánosságban három feltétel szabható meg:

Az első repedés megjelenése, amely szabad szemmel, illetve műszeres méréssel (helyi alakváltozások nyomon követése nyúlásmérő bélyeggel) detektálható.

A fáradt repedés terjedése, a teljes vizsgált szerkezeti részlet lemezvastagságára vonatkozóan, egyik felületről indulva, terjedve a próbatet belsejében, mígnem elér a másik felületig.

A próbatet teljes tönkremenetel, törése, illetve nagy elmozdulás mérése a próbatesten, melynek következtében a „sajáterő” nem tartható (pl. gerendák fáradási vizsgálata esetén, tönkre-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



11. ábra. SC-4-1-F-1 jelű próbatést fárasztó vizsgálatának elmozdulás-ciklusszám diagramjai



12. ábra. SC-4-1-F-1 jelű próbatést törésképe

netelnek tekinthető, ha a támaszköz felénél a mért lehajlási érték elér egy bizonyos szintet).

Kicsinyített próbatesteknél a repedés első megjelenéséhez és a reálisabb, még elviselhető repedésméret-hez tartozó fáradási élettartam között nincs jelentős különbség. Nagyobb méretarányú próbatesten végrehajtott kísérleti vizsgálatban ez a különbség jelentős mértékű.

Az Eurocode által megállapított fáradási szilárdság adott szerkezeti elem teljes keresztmetszeti törésére vonatkozatható. A szerkezetvizsgáló laboratóriumi vizsgálatoknál a részszervezetek teljes törését, tönkremenete-

let vizsgáltuk, erre vonatkoztattuk az eredményeinket [3]. A terhelő erőt a hidraulika erőmérő cellájából rögzítettük. A teljes élettartam közbeni terhelési ciklusszám mérését a terhelő rendszer vezérlője, az MTS 410 DIGITAL FUNCTION GENERATOR rögzítette. Ettől független módon, a mérési adatok kiértékelésével és a terhelési függvény csúcspontjainak leszámolásával is meghatározható a teljes élettartamra vonatkozó ciklusszám.

A mérési eredmények feldolgozása után előállítható elmozdulás-ciklusszám függvények lefutása és jellemző pontjai hasonlóságokat mutatnak. Valamennyi kísérleti eredményből

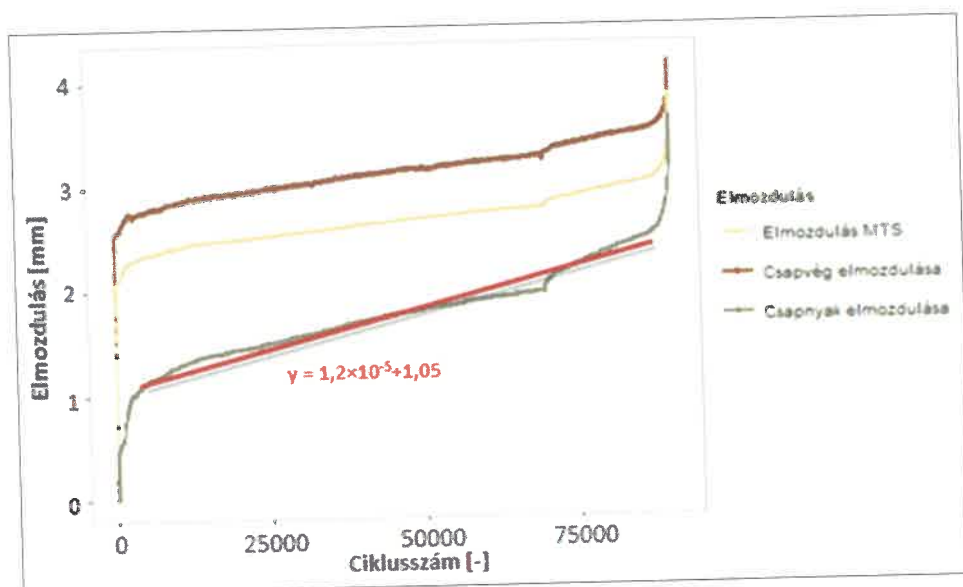
készült függvény kezdeti szakaszán megfigyelhető jelentős elmozdulás-változás (negatív és pozitív irányban is), ami a vizsgált csap és a terhelővilla geometriai kialakításával magyarázható. A szerelhetőség biztosítása érdekében a terhelővillák furata 2 mm-rel nagyobb, mint a csap szár-átmérője. A csapszár hengerpalástjának „felülését” követően a ciklusszám növekedésével az elmozdulások egy folyamatos, egyenletes, lassú ütemű, emelkedő szakasza kezdődik, mígnem megjelenik a repedés, amit az elmozdulások intenzív növekedése mutat. A folyamat végén, a csap teljes keresztmetszetében átreped, eltörik.

A csap nyakánál mért elmozdulás-ciklusszám szemi-logaritmikus koor-

próbatést jele	kialakítás	teher-szint		felső teher-szint a nyírási teherbíráshoz viszonyítva [%]	feszültség-amplitúdó $\Delta\tau$ [MPa]	ciklusszám [-]	tönkre-menetel helye	elmozdulás csap nyakánál (repésmegnyílás előtt)	elmozdulás-ciklusszám függvény meredeksége zavar-talan szakaszon
		alsó [kN]	felső [kN]						
SC-2-1-F-1	mérévített	5	20	35	95	181.190	varrat	0,69	$1,5 \cdot 10^{-5}$
SC-2-1-F-2		5	25	45	127	2.060	varrat	3,94	$1,0 \cdot 10^{-3}$
SC-2-1-F-3		5	20	35	95	86.780	varrat	2,37	$1,2 \cdot 10^{-5}$
SC-2-1-F-4		3	20	35	108	75.510	varrat	1,46	$5,8 \cdot 10^{-6}$
SC-2-1-F-5		5	18	32	83	1.076.310	varrat	0,48	$4,5 \cdot 10^{-6}$
SC-4-1-F-1	mérévített	5	20	26	95	706.020	varrat	0,86	$6,3 \cdot 10^{-6}$
SC-4-1-F-2		5	20	26	95	554.370	alacsony	1,92	$4,1 \cdot 10^{-6}$
SC-4-1-F-3		5	20	26	95	489.020	varrat	1,56	$2,1 \cdot 10^{-6}$
SC-4-1-F-4		3	20	35	108	198.210	varrat	0,94	$4,6 \cdot 10^{-7}$
SC-4-1-F-5		5	25	45	127	34.630	varrat	1,78	$2,4 \cdot 10^{-4}$
SC-4-1-F-6		5	22,5	30	111	137.010		2,04	$3,9 \cdot 10^{-6}$

4. táblázat: M16 metrikus menetes szárral készült próbatestek fárasztó nyíróvizsgálatának összefoglalása

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



13. ábra. SC-2-1-F-3 jelű próbatest fárasztó vizsgálatának elmozdulás-ciklusszám diagramjai



14. ábra. SC-2-1-F-3 jelű próbatest törésképe

dináta-rendszerben ábrázolt diagramjának egyenletesen emelkedő szakaszára négyzetes illesztéssel egyenest illesztettünk, a 11. ábra alapján. Az illesztett egyenes merevsége jelzi a nyíró feszültségek, valamint a kapcsolat merevségének alakulását a ciklusszám logaritmusának függvényében.

M16 metrikus menetes száraz fáradásvizsgálatára összesen tizenegy kísérletet végeztünk. Hat kísérlet gerinclemez nélküli, merevítetlen próbatesteken, további öt kísérletet pedig gerinclemezrel merevített próbatesteken hajtottunk végre.

A teljesség igénye nélkül a következőkben részletesen csak az SC-4-1-F-1

(merevítetlen) és az SC-2-1-F-3 jelű (gerinclemezrel merevített) próbatesteken elvégzett fárasztó vizsgálatok eredményei kerülnek bemutatásra.

A 11. ábra az SC-4-1-F-1 jelű próbatest elmozdulás-ciklusszám függvényeit ábrázolja. Az ábrán közölt diagramok a három eltérő mérési pontban – csap nyakánál, csap végénél és a terhelő hidraulika fejénél – mért elmozdulásokat szemléltetik a teherciklusok függvényében. A görbék jellemzően egymással párhuzamosan futnak.

A három eltérő mérés jól követi a csap merevtestszerű elmozdulását. A legkisebb elmozdulást a legmerekvebb

pont alatti mérés – csap nyakvarratánál – adja. A teljes rendszer, a terhelő hidraulika, a dugattyú és terhelő villa rugalmas alakváltozásával terhelt rendszer elmozdulásai a középső függvényt jellemezhetők. Míg a csap végének elmozdulásai a csap nyakánál mért értékek nagyított értékeiként jelennek meg.

A terhelő nyírófeszültség amplitúdója SC-4-1-F-1 próbatest esetén 95 MPa (5-20 kN), a felső teher szint a kvázi-statisztikus nyírási teherbírás 26%-a. A 12. ábra a hegesztett kapcsolat fáradt törést szenvedett felületét mutatja, melyen jól láthatók a kötészibák és a zárványok.

A 13. ábra az SC-2-1-F-3 jelű merevített próbatest ciklusszám-elmozdu-

próbatest jele	kialakítás	hegesztés-technológia	teher-szint		felső teher-szint a nyírási teherbírás-hoz viszonyítva [%]	feszültség-amplitúdó $\Delta\tau$ [Mpa]	ciklus-szám [-]	tönk-re-menetel helye	elmozdulás csap nyakánál (repedésmegnyílás előtt)	elmozdulás-ciklus-szám függvénye meredeksége zavartalan szakaszon	
			alsó [kN]	felső [kN]							
SC-1-1-F-1	merevített	783	10	110	70	260	180	varrat	1,15	$1,2 \cdot 10^{-4}$	
SC-1-1-F-2			10	60	40	130	12.270	varrat	1,89	$1,4 \cdot 10^{-4}$	
SC-1-1-F-3			5	40	25	90	534.910	varrat	0,68	$2,7 \cdot 10^{-5}$	
SC-3-1-F-1	merevítetlen		10	75	50	170	9.230	varrat	2,89	$4,0 \cdot 10^{-4}$	
SC-3-1-F-2			10	60	40	130	86.980	varrat	2,79	$2,2 \cdot 10^{-4}$	
SC-3-1-F-3			5	20	10	40	1.854.810	varrat	1,79	$1,0 \cdot 10^{-7}$	
SC-1-2-F-1	merevített		135	10	60	35	130	237.450	varrat	1,48	$2,6 \cdot 10^{-6}$
SC-1-2-F-2				5	35	20	80	987.200	alap-anyag	0,58	$4,1 \cdot 10^{-6}$
SC-1-2-F-3				5	40	22,5	90	743.980	varrat	1,45	$1,2 \cdot 10^{-6}$
SC-3-2-F-1	merevítetlen	5		20	10	40	2.795.230	alap-anyag	1,84	$1,0 \cdot 10^{-6}$	
SC-3-2-F-2		5		40	22,5	90	1.400.300	alap-anyag	2,1	$1,1 \cdot 10^{-6}$	

783 = kerámiagyűrűs csaphegesztés; 135 = fogóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztés

5. táblázat: 22 mm szárátmérőjű fejes csappal készült próbatestek fárasztó nyíróvizsgálatának összefoglalása

lás diagramját mutatja. A terhelő nyíróerő csúcserő és amplitúdója megegyezik az SC-4-1-F-1 jelű próbatestnél bemutatottal. A geometriailag azonosan kialakított próbatestek viselkedésbeli különbségét az illesztett egyenes meredeksége mutatja szemléletesen. A csapnyak elmozdulásmérési eredményeinek zavartalan szakaszaira illesztett függvények meredeksége (azonos vizsgálati feszültségamplitúdó mellett) jellemzően egy nagyságrenddel kisebb a merevítetlen mintadarakok esetén (10^{-5} ; illetve 10^{-6}).

A 14. ábra az SC-2-1-F-3 jelű próbatest hegesztett kötésének töretfelületét mutatja. Hasonlóan a 12. ábrához, itt is láthatóak a hegesztett kötés beolvadási hibái és a zárványok.

Az M16 menetes száraz csaphegesztett kapcsolatainak fárasztó kísérleti eredményeit a 4. táblázat foglalja össze.

Az M16 menetes száron végzett fárasztóvizsgálatok egy próbatest kivételével (SC-4-1-F-3) a csap hegesztett kötésében okoztak tönkremenetelt. Ez felhívja a figyelmet a hegesztés feszültséggyűjtő jellegére, az anyagi diszkontinuitás(ok) jelenlétére.

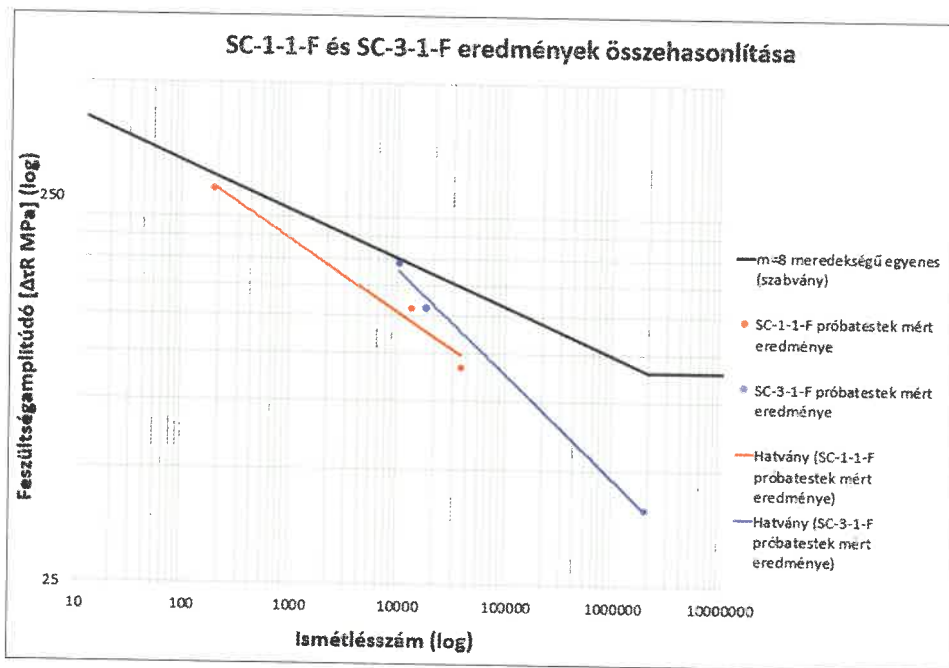
Az elmozdulás-ciklusszám diagramok meredeksége – azonos feszültség amplitúdó mellett – legalább egy nagyságrenddel kisebb merevítetlen próbatesteknél, mint gerinclemezzel merevített esetben. Ugyanakkor a merevített próbatestek esetében 62-95%-kal alacsonyabb ciklusszám érhető el.

3.2. 22 mm szárátmérőjű fejes csapok fáradásvizsgálati eredményei

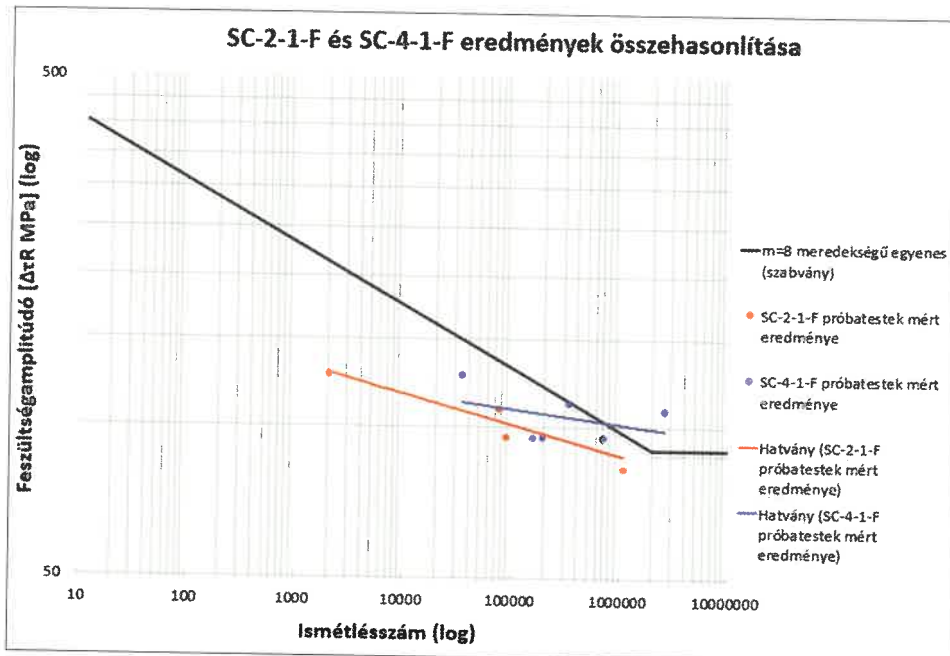
Fejes csapok fáradásvizsgálatára összesen tizenegy kísérletet végeztünk. Hat kísérletet gerinclemez nélküli, merevítetlen próbatesteken és további öt kísérletet gerinclemezzel merevítetten. A jelen cikkben a mérési eredményeket az 5. táblázatban közöljük összefoglaló módon.

Valamennyi kísérletben, melyek varrata kerámiagyűrűs, ívgyűjtásos technológiával készült, a próbatestek töreése a hegesztett kötésben alakult ki. Fogyóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztett próbatestek közül három esetben alapanyag tönkremenetelt tapasztaltunk.

A ciklusszám-elmozdulás függvények meredeksége – a zavartalan szakaszon – merevített próbatestek és azonos feszültség amplitúdó mellett legalább egy nagyságrenddel kisebb kerámiagyűrűs csaphegesztési technológiával készült próbateste-



15. ábra. SC-1-1-F és SC-3-1-F próbatestek mérési eredményeiből készített S-N görbe és az Eurocode szabvány 90-es részletosztályához tartozó határgörbéje



16. ábra. SC-2-1-F és SC-4-1-F próbatestek mérési eredményeiből készített S-N görbe és az Eurocode szabvány 90-es részletosztályához tartozó határgörbéje

ken, mint fogyóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztéssel készült merevített próbatesteken. Azonos feszültség amplitúdó mellett, merevített és merevítetlen próbatesteket összehasonlítva kerámiagyűrűs csaphegesztést alkalmazva 86%-kal, fogyóelektródás kézi ívhegesztést vizsgálva 47%-kal alacsonyabb ciklusszám érhető el a merevebb kialakítással. Azonos hegesztéstechnológiák merevített és merevítetlen próbatesteket összehasonlítva a ciklusszám-elmozdulás függvények zavartalan szakaszainak me-

redékségei nem mutatnak jelentős különbségeket.

3.3. Fárasztóvizsgálatok eredményeinek értékelése

A szabványos fáradási szilárdsági görbék több, a vizsgált részletkialakítás tipikus esetére vonatkozó kísérleten alapulnak. A fáradási szilárdsági görbék (S-N görbék) legpontosabban akkor határozhatók meg, ha a vizsgált szerkezeti részletből előállított próbatestet különböző feszültség szinteken végrehajtott kísérletekkel vizsgáljuk.

Ezen kísérletek eredményei alapján a vizsgált feszültség szinteken nagyobb pontossággal tudunk statisztikai úton fáradási szilárdsági függvényeket illeszteni.

Vizsgálataink alapján az összetartozó feszültségamplitúdó-ismétlésszám értékeket ábrázoltuk a szabványos (EN 1993-1-9) és adott (90-es) részletosztályhoz tartozó S-N görbékben [3].

Kerámiagyűrűs csaphegesztéssel készült gerinclemezzel merevített (CS1) és merevítetlen (CS3) 22 mm átmérőjű fejes csapoknál megadott 90-es részletosztályhoz tartozó S-N görbe alatt helyezkedik el. A mérési pontokra illesztett trendvonalak meredeksége, a szabványos m=8-as meredekségű görbénél jellemzően meredekebb.

M16 menetes szárákkal, merevítetlen próbatetekeken végzett kísérletek mérési eredményei – kis szórással – közelítik az Eurocode szabványos görbét. A mérési pontokra illesztett trendvonalak meredeksége nagyobb, mint a szabványos m=8-as meredekségű görbétől eltér, jellemzően meredekebb annál.

A 16. ábra az M16 menetes száron végzett kísérletek feszültségamplitúdó-ismétlésszám értékeit és a szabványos S-N görbét ábrázolja. A CS2 jelű próbatestet gerinclemezzel merevített, míg a CS4 jelű gerinclemez nélküli kialakítású.

A merevítetlen próbatetek (a szabványos Eurocode által felvett 90-es részletosztályhoz tartozó) mérési eredményei kis szórással közelítik a határgörbét. A mérési pontokra illesztett trendvonal meredeksége kisebb, mint a szabvány által felvett m=8-as meredekségű határgörbe. Merevített próbatetek mérési pontjai – hasonlóan a kerámiagyűrűs csaphegesztéshez – a 90-es részletosztályú határgörbe alatt helyezkednek el. A rájuk illesztett trendvonal meredeksége nagyobb, mint merevítetlen esetben, viszont kisebb, mint a szabványos határgörbéé.

A bemutatott kísérleti eredmények adatainak kiértékelése során, még egy részletkialakítás vonatkozásában is, nagy eltéréseket tapasztaltunk. Ezek az eltérések nem köthetők szorosan egy-egy vizsgálati összeállításhoz, protokollhoz. Több azonos kialakítású, ám eltérő gyártásból származó próbatestet esetén a mérési eredmények szintén jelentős különbségekre vezethetnek volna. Ez a próbatetek gyártási módjából és a gyártás eltérő minőségi szintjéből – szakképzettség, előké-

szítés, hegesztési utasítás, hegesztési utasítás betartása, stb. – adódik.

Hegesztett szerkezeti részek vizsgálatánál a felsorolt tényezőknek jelentős hatásuk van az anyagi diszkontinuitás kialakulásában, ami alapvetően befolyásolja a fáradási szilárdság értékét.

Kijelenthető, hogy a laboratóriumi vizsgálatokban résztvevő, előre definiált hegesztési utasításokkal (WPS) készülő próbatetek mindig tartalmaznak diszkontinuitásokat. Ezeket a folytonossági hiányokat nem minden esetben tudjuk megmérni, azaz nem kapunk képet arról, milyen mértékűek és hol helyezkednek el a vizsgált szerkezeti részekben. Ilyen feltételek mellett csak statisztikai alapon állapítható meg, hogy a vizsgált próbatest – szerkezeti részlet – minősége megfelel-e az ipari gyakorlatban támasztott követelményeknek.

Összefoglalás

A bemutatott kutatási programban ösvérszerkezetekben alkalmazott fejes csapok és menetes szárok hegesztett kötéseinek statikus teherbírási és fáradási viselkedését tanulmányoztuk laboratóriumi kísérletekkel. A kísérletsorozatban két hegesztéstechnológiával – a.) kerámiagyűrűs ívhúzásos csaphegesztéssel és b.) fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztéssel – kialakított kötések, szakító és tisztán nyíró terhelésű vizsgálatát végeztük el. Vizsgálataink során 9 próbatestet statikus szakító, 7 próbatestet statikus nyíróvizsgálattal, további összesen 22 próbatestet fázasztó terheléssel terhelünk.

A statikus szakítóvizsgálatok eredményei valamennyi 22 mm fejes csap varrata esetén alapanyag szakadást mutattak. Az M16 menetes szárok vizsgálata egy esetben alapanyag szakadáshoz, két próbatestnél a csap varratból történő kiszakadáshoz vezetett. A statikus nyíróvizsgálatok eredményei hasonlóak a szakítóvizsgálatéhoz. 22 mm szárátérőjű fejes csapok esetében minden vizsgálat a csap alapanyagának elnyíródását mutatta. Ezzel szemben az M16 menetes szárokon végzett kísérletben a csaphegesztett kötések kötéshibákból kiinduló elnyíródást két esetben, a szár elnyíródását egy esetben tapasztaltuk.

A fázasztó vizsgálatokban 22 mm-es fejes csapok fogyóelektródás, védőgázos kézi ívhegesztett próbatetei közül három esetben, M16 mene-

tes száron végzett vizsgálatoknál további egy próbatestet esetében tapasztaltunk alapanyag tönkremenetelt. A többi – összesen 18 – kísérletnél a próbatestet törése a hegesztett kötésben alakult ki.

Kerámiagyűrűs csaphegesztéssel felhegesztett fejes csapokon végzett ismétlődő terheléses méréseink eredményei mind merevített, mind merevítetlen próbatetek esetén az Eurocode szabvány által megadott 90-es részletosztályhoz tartozó S-N görbe alatti értékeket adtak. A mérési pontokra illesztett trendvonalak meredeksége, a szabványos m=8-as meredekségű görbénél jellemzően meredekebb.

M16 menetes szárokkal, merevítetlen próbatetekeken végzett kísérletek mérési eredményei – kis szórással – közelítik az Eurocode szabványos görbét. A mérési pontokra illesztett trendvonal meredeksége kisebb a szabvány által megadottnál. A merevített próbatetek mérési pontjai – hasonlóan a kerámiagyűrűs csaphegesztéshez – a szabványos határgörbe alatt helyezkednek el. A rájuk illesztett trendvonal meredeksége nagyobb, mint merevítetlen esetben, ám kisebb, mint a szabványos határgörbéhez megadott.

A kísérleti eredmények alapján kijelenthető, hogy a fárasztó hatásoknak kitett varratok megfelelősége csupán statikus vizsgálatokkal – kellő megbízhatósággal – nem biztosítható.

Irodalom

- [1] Szunyogh L., *Hegesztés és rokon technológiák*, Kézikönyv, Budapest 2007, ISBN 978-963-420-910-2, p. 895.
- [2] Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-9: Fatigue, May 2005
- [3] Iványi M., *Hidépítéstan Acélszerkezetek*, Műegyetemi kiadó, Budapest 1998, pp. 313-330.
- [4] The Steel Construction Institute, *Composite highway bridge design: Worked Examples – In accordance with Eurocodes and the UK National Annexes*, pp. 48-54.
- [5] L. Davaine, F. Imbert, J. Raoul, *Sétra – Guide book – Eurocode 3 and 4- Application to steel-concrete composite road bridges*, pp. 86-100.

*Katula Levente *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Hidak és Szerkezetek Tanszék*

**Kovács László *Tecxa Technology Kft*,

***Dunai László *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Hidak és Szerkezetek Tanszék*



MIGATRONIC

A hegesztési
előírások
teljesítésének
legjobb módja

Eurocode 1990 EN 15614

• CC2

• WPQR

EN 1090

• EXC 1-2

EN 15612

• WPS

MIGATRONIC Kft.

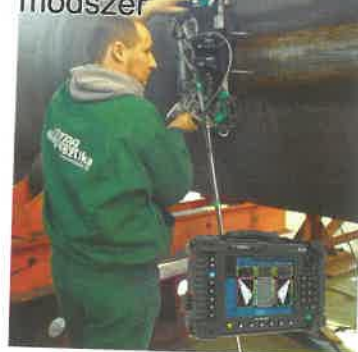
6000 Kecskemét Szent Miklós u. 17/a
Tel./fax: +36/76/505-969; 481-412; 493-243
E-mail: info@migatronik.hu
www.migatronik.hu



Hőcserélő csövek vizsgálata DUET és
DOLPHIN G3 készülékekkel



Fázisvezérelt ultrahangos
vizsgálat- TOFD
módszer



MÁTRA diagnosztika

Anyagvizsgáló Kft.

Csővezetékek nagy ható-
távolságú ultrahangos
vizsgálata



Röntgensöves
csőbenjáró 6"-18"



Helyszíni Digitális Radiográfiai vizsgálat



Elérhetőség:

3200 Gyöngyös Jókai út 55.
info@matradiagnostika.com

Tel.: 37-313-338

Fax: 37-500-338

www.matradiagnostika.com

Fehérvári Attila

A VASKUT szerepe a hegesztési kultúra fejlesztésében. II. rész

A fő tevékenységek kulcsszavait zöld színnel emeltem ki. A történéseket meghatározó politikai eseményeket piros szín jelöli.

A Hegesztési Osztály tevékenysége: 1950–1962

Osztályvezető: Dr. Zorkóczy Béla

Az osztály szoros együttműködésben végezte munkáját a Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékével, a Csepel Vas- és Fémművek Elektrodagyárral, a Magyar Vagon- és Gépgyárral, és számos egyéb iparvállalattal. A munkában olyan jeles szakemberek vettek részt, mint Béres Lajos, Beck András, Gyenes István, Kopasz Lajos, Megyeri Béla, Pogány Miklós

Az osztály munkája támaszkodott a nagy elődök kutatási eredményeire [1-3], és az új publikációkra [4-7].

Az osztály legfontosabb kutatási eredményei a következők voltak:

- 1) **Felrakó hegesztés** technológiájának és bevonat ötvöztetési elektródáinak kidolgozása
 - Hidegalakító szerszámok (K) hegesztésére
 - Melegalakító szerszámok (W) hegesztésére
 - Gyorsacél forgácsoló szerszámok (R) hegesztésére
 - Ausztenites mangánacélok hegesztésére
- 2) Melegszilárd acélok (Mo, CrMo, CrMoV) bevonat ötvöztetési elektródáinak kidolgozása
- 3) Védőgázos és fedettívű hegesztés ipari bevezetésének elősegítése

Zorkóczy professzor úr kezdeményezésére a VASKUT ösztöndíjat alapított, amelyet elsőként egyetemi tanítványai, Rittinger János és Fehérvári Attila kaptak meg. (Rittinger János népköztársasági ösztöndíját cserélte fel a VASKUT ösztöndíjával).

A Hegesztési Osztály tevékenysége: 1962–1968

Osztályvezető: Molnár László

Tanácsadó: Dr. Zorkóczy Béla

Az osztályon dolgozó tapasztalt kutatók: Szegedi Varga József, Hajagos Ferenc, Györgyi Ferenc, Szunyogh László, Kálmán György, Ungvárszki Miklós, Varga Oszkár, Barna Györgyné. 1962-től gyakornok Rittinger János és Fehérvári Attila.

Az osztály fő tevékenysége:

- 1) A **hegesztési technológia** (főleg ívhegesztés és ellenálláshegesztés) fejlesztése
- 2) A hegesztés eszközeinek (**áramforrások, lánghegesztő berendezések**) fejlesztése
- 3) A **hegesztőanyagok** (huzalok, fedőporok) és **hegesztett szerkezetek** fejlesztése.

A fiatal kutatók pályakezdése egybe esett a szerkezeti acélok alkalmazásánál szerzett, kedvezőtlen ipari tapasztalatokkal. Ilyen volt az Erzsébet híd (átadás:1964) lágyacélból (36.24.S) hegesztett pályalemezeinek törése, továbbá a

títán ötvöztetéssel gyártott, növelt folyáshatárú acélok (MTA 50) hegesztési hőhatásövezetének repedése.

Az új Erzsébet híd építése (átadás:1964) során a 36.24.S anyagú pályalemezek ridegen törtek, amelynek okait Rittinger János vizsgálta Domanovszky Sándorral (Ganz MÁVAG) együttműködve.

Martin kémények **korrozó** által okozott károsodásának vizsgálata során jelen sorok szerzőjének lehetősége volt Verő és Zorkóczy professzor urak közvetlen szakmai irányítása alatt dolgozni.

A Nehézipari Műszaki Egyetemen (Miskolcon) Zorkóczy professzor úr vezetésével megindult a hegesztő szakmérnökök hazai képzése, amelyben a Hegesztési Osztály csaknem minden kutatója részt vett. Rittinger János és Fehérvári Attila kitüntetéses oklevelet kapott. Szunyogh László, Kálmán György és Rittinger János diplomatervet is benyújtott, amelynek alapján az egyetem rektora doktorrá fogadta őket.

1966-tól – a hegesztő szakmérnöki tanulmányok kitüntetéses diplomával történt abszolválását követően – Rittinger János és Fehérvári Attila lehetőséget kaptak távlati kutatási témák kidolgozására:

- 1) **Acélok hegeszthetősége** (4-1-060/66-67) Rittinger János vezetésével

Ezen belül eszközfejlesztés hegesztési hőfolyamat modellezésére

- 2) **Hegesztőanyagok varratulajdonságai** (4-1-070/67-68) Fehérvári Attila vezetésével. Ezen belül matematikai statisztika alkalmazása ütővizsgálat értékelésére

A hegeszthetőség kutatása – ebben a korai szakaszban – a hőhatásövezet repedésének elkerülésére fókuszált. A téma kidolgozásának főbb eredményeit az 1.sz.melléklet foglalja össze. A varratulajdonságok kutatása a varrathibák – ezen belül a repedések – stabilitásának vizsgálatát tűzte célul. A téma kidolgozásának főbb eredményeit a 2.sz.melléklet ismerteti.

Fenti témákban végzett kutatások alapvetően változtatták meg a hegeszthetőséggel kapcsolatos felfogásunkat, a hegesztés hazai gyakorlatát, és a hegesztett szerkezetek anyagainak gyártásával szembeni követelményeket.

A téma eredményeinek alkalmazását segítette a hegeszthetőség IIW definíciójának szabványosítása (MSZ 4305-68), amely Györgyi Ferenc, Gállik István és Rittinger János munkája volt. E-szerint a hegeszthetőség

- az acélok technológiától függő alkalmazása arra, hogy
 - a hegesztett kötés helyi tulajdonságaitól és
 - a hegesztés szerkezetre gyakorolt hatásától függően
- megfeleljen az üzemelés követelményeinek.

1968-ban **Nyers Rezső** vezetésével kidolgozzák az új gazdasági mechanizmust, amelynek értelmében fokozatosan megszűnik az ipar központi irányítása. Ez nyilvánvalóan kihat az ipari kutatóhelyek támogatására, de egyértelmű központi akarat hiányában bevezetését részben elhalasztják.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

1968-ban Molnár László kilép a VASKUT-ból, hogy az ipar egyik zászlóshajójának számító, Gyár- és Gépszerelő Vállalatnál folytassa tevékenységét. A VASKUT igazgatósága nem talál osztályvezetésre alkalmas személyt, ezért a Hegesztési Osztályt megszünteti. A kutatók részben az Anyagvizsgálati Osztály állományába kerültek, részben pedig – a hegesztő műhely dolgozóival és eszközeivel együtt – az Acélmetsallurgiai Osztályra.

Hegesztési Kutatások Acélmetsallurgiai Osztályon: 1969–1973

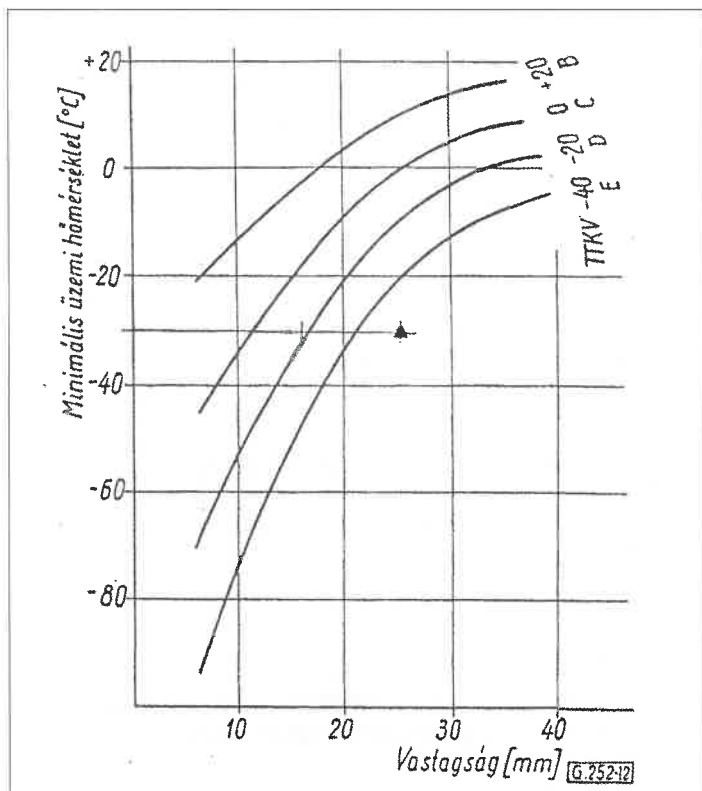
Osztályvezető: Éles László

Csoportvezető: Dr. Rittinger János

Dr. Rittinger János és Fehérvári Attila kidolgozta „Az 52 C, 52 D, 58 C acélok tulajdonságainak megismerése” című kutatási témát (4-1-265/68-70). Ennek keretében kidolgozta és bevezette a COD és egyéb **törésmechanikai** paraméterek vizsgálatát és alkalmazását a diszkontinuitások hatásának becslésére. A kutatási eredményeket a VASKUT Tudományos Tanácsa megvitatta. A téma opponense, Gillemot professzor úr úgy nyilatkozott, hogy ilyen újszerű és színvonalas munkát hazai kutatóintézet még nem végzett.

A répcelaki tartályok **rideg törését** (1969. Január) követően, ugyanezen kutatók az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) megbízásából kidolgozták a „Hegesztett nyomástartó szerkezetek acéljainak kiválasztása és a feldolgozás körülményeinek hatása olajipari szerkezetek megbízhatóságára” című témát (1/4-2-035/70-71)

A 3. ábrán látható diagramok a minimális üzemi hőmérsékletet mutatják, amelynél egy gondosan gyártott, nyomástartó edény rideg törésére nem kell számítani. A minimális hőmérséklet függ az edény vastagságától és az edény anyagának rideg törési érzékenységétől (TTKV: átmeneti hőmérséklet)



3. a. ábra. Minimális üzemi hőmérséklet hegesztett állapotban

A diagramokba rajzolt háromszögek jelzik a tartály vastagságát és üzemi hőmérsékletét. Látható, hogy a hegesztett állapotú tartálynak szükségképpen el kellett törnie, de feszültség-oldó hőkezeléssel a törés megbízhatóan elkerülhető lett volna.

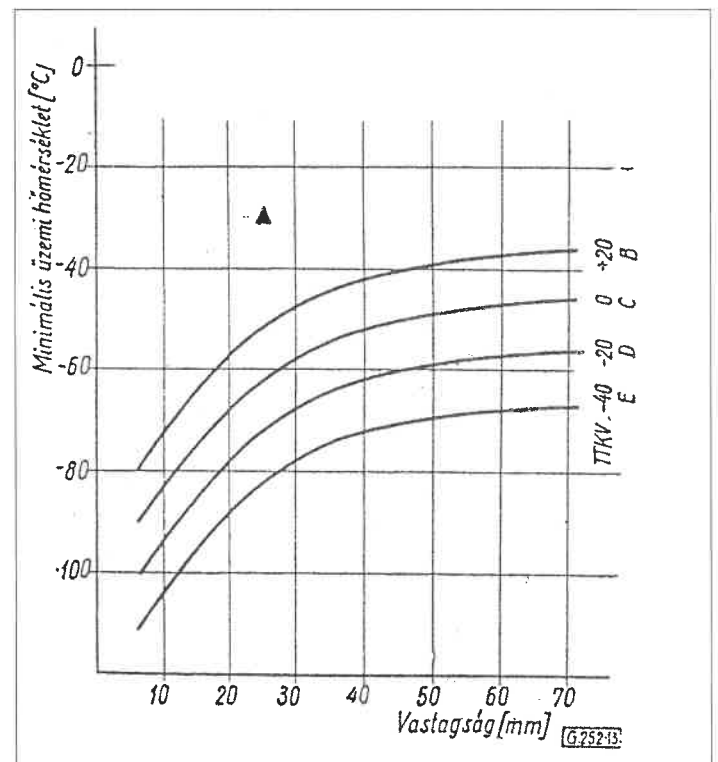
A törés által okozott tragédia miatt többeket felelősségre vontak. A felelősség kérdése azonban vitatható, mert a VASKUT kutatásait megelőzően – a mérnökök számára rendelkezésre álló információs bázison – semmi nem utalt a bekövetkezett tragédiára.

Az **acélkiválasztási** rendszer kidolgozása tehát alapvetően megváltoztatta szemléletünket, és a hegesztett nyomástartó szerkezetekre vonatkozó ismereteinket:

- 1) A diagram bekerült a nyomástartó edények gyártásának és tervezésének szabványába (MSZ 13 802), így alkalmazása kötelezővé vált
- 2) A kutatási eredmények hatást gyakoroltak a hegesztett szerkezeti acélok szabványának módosítására (MSZ 6280-74) Növelt folyáshatáru acélok továbbfejlesztése
- 3) A rideg törés elkerülésére kidolgozott módszer az egyetemi tananyagba is bekerült
- 4) Az acélkiválasztási rendszert hazai és nemzetközi fórumokon széles körben publikáltuk [11–14]

Az uniós normák bevezetésével a VASKUT acélkiválasztási rendszerét felváltotta az MSZ EN 10 028-1...6:2010 szabvány. Teljes körű összehasonlító elemzés nem készült, de néhány esettanulmány azt mutatja, hogy a mindkét követelményrendszer alkalmazása gyakorlatilag azonos eredményre vezet

Az Acélmetsallurgiai Osztályon működő hegesztési csoporthoz csatlakozott 1971-ben Tóth Károly. A következő időszakban a „**Növelt folyáshatáru acélok** továbbfejlesztése” című kutatási téma (1/4-1-229/71-74) kidolgozása volt a legfontosabb feladat.



3. b. ábra. A feszültségoldó hőkezelése lényegesen megváltoztatja a rideg törés feltételeit, amint az a fenti diagramon látható.

A téma eredményeként

- 1) módszereket vezettek be a diffúzibilis hidrogéntartalom hatásának mérésére (implant vizsgálat), és a hegesztési feszültségek hatásának megállapítására (TRC vizsgálat),
- 2) az alacsony hidrogéntartalmú hegesztőanyagok lehetőségeinek kihasználása érdekében diagramot dolgoztak ki és vezettek be az MSZ 6280 szabványba az előmelegítési hőmérsékletére korrigálására.
- 3) kutatásokat végeztek a mikroötvözés hatásának megismerésére.

A mikroötvözés hatásának kutatását azért kezdeményeztük, mert a hazai titánvagyron hasznosítására kidolgozott acél (MTA 50) és hegesztőanyag (VTi 1 és VTi2) ipari alkalmazásának tapasztalatai nagyon kedvezőtlenek voltak. (Az acélok és varratok ridegek voltak, a hőhatásövezetben repedések keletkeztek).

Ugyanakkor a Welding Institute (Cambridge) kutatói a titán ötvözés kedvező tapasztalatairól számoltak be [15, 16]

A hazai tapasztalatokról – az angol szakemberekben jobban bízó egyetemi oktatók heves tiltakozása ellenére – beszámoltunk az IIW stockholmi közgyűlésén [17], majd az ellentmondások feloldására kidolgoztuk a kiegyenlítési tényező (B) fogalmát, amelyet az IIW XII. Bizottság évközi ülésén ismertettünk [18].

A B-tényező a mikroötvöző elemek sztöchiometriai arányát hasonlítja össze a nitrogén tartalommal. Ha

$B = 0$ TiN és AlN van jelen a mátrixban, amelynek eredményeként csökken a szemcseméret, nő a szilárdság és a szívósság

$B > 0$ a mikroötvöző elemek egy része szilárd oldatban van, ami növeli a szilárdságot, de a szívósságot csökkenti

$B < 0$ a nitrogén egy része szilárd oldatban van, ami csökkenti a szívósságot

A B-tényező nemzetközi érdeklődést váltottak ki, amelyek hatására megszületett a mindmáig egyetlen, magyar innovációra épülő IIW munkaprogram, (ami – korábbi ellenzői számára – utat nyitott egy IIW karrierhez).

Változások a VASKUT szervezetében és irányításában: 1973-1974

1973-ban Dr. Turi Aladár – a KGST apparátusában végzett sokéves munka után – visszatért Magyarországra, hogy tudományos munkát végezzen. A VASKUT-at választotta, ezért 1973 április 1-én visszaállították a Hegesztési Osztályt. Az új Hegesztési Osztály alapját az Acélméteallurgiai Osztályon sikeresen működő Hegesztési Csoport képezte, amelyhez a hegesztés iránti elkötelezettsége miatt csatlakozott Dr. Szunyogh László.

Dr. Turi Aladár jelentős fejlesztéseket tervezett, amelyhez – részben új munkatársak felvételével – három kutató csoportot hozott létre:

- 1) **Acélok** Dr. Rittinger János vezetésével
Munkatársak: Tóth Károly, Kern Ferenc, Takács Gyula
- 2) **Hegesztőanyagok** Fehérvári Attila vezetésével
Munkatársak: Kern Ferencné, Udvardi Tibor,
- 3) **Korrózióálló acélok és hegesztőanyagok** Dr. Szunyogh László vezetésével
Munkatársak: Zsolgya Péter, Fogarassy László György Miklós

1973-ban az olajválság megrázta a világgazdaságot, amelyre az ország vezetésének választ kellett adnia. A Fekete János vezetésével megindult gazdaságpolitikai irányváltás lényege: a termelésirányítást a monetáris irányítás váltotta fel. Magyarország belép a nemzetközi pénzügyi intézményekbe, ezzel lehetőséget kap hitelek felvételére. Kezdetét veszi az ország eladósodása.

1974-ben Dr. Horváth János – a Vaskohászati Egyesülés vezérigazgatójaként végzett sokéves munka után – átvette az Intézet vezetését, majd az aktuális gazdaságirányítási elveknek megfelelően az intézetet kutató-fejlesztő vállallattá alakította át.

Fokozatosan gyártási tevékenységek szerveződtek: Zagyarónai telephely, porbeles huzalgyártás, permanens mágnesek gyártása.

Az új gazdasági környezet természetesen hatással volt az új Hegesztési Osztály munkájára is, amelynek ismertetésére lapunk következő számában kerül sor.

Hivatkozások jegyzéke

- [1] Zorkóczy Béla: A hegesztés technológiája és korszerű alkalmazása. Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete Közleményei (1930)
- [2] Gillemot László: A hegesztés röntgenvizsgálata. Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete Közleményei (1941)
- [3] Veró József: Metallográfia. Sopron (1942)
- [4] Veró József: Vas- és fémipari anyagvizsgálat. Bp. (1951)
- [5] Nyikolajev G.A.: Hegesztés. Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat (1952)
- [6] Buray Zoltán: Az alumínium hegesztése. Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat (1952)
- [7] Hajas Jenő, Kristóf József, Pásztor János: A korszerű hegesztés. Nehézipari Könyvkiadó (1954)
- [8] Rittinger J., Szerkezeti acélok tulajdonságainak megváltozása hegesztési hőfolyamat hatására. BKL-Kohászat 102 pp.483 (1969) és Gép XXVI pp.205-209 (1974)
- [9] Atlas zur Wärmebehandlung der Stähle. Band II. Max Plank Institute für Eisenforschung. Verlag Stahleisen, Düsseldorf (1972)
- [10] Seyffarth P., Schweiss ZTU Schaubilder. Kiadó: Deutsche Verlag Schweissttechnik, Düsseldorf (1982)
- [11] Fehérvári A., Rittinger J.: Acélok kiválasztása nyomástartó szerkezetekhez rideg törési érzékenység alapján. BKL-Kohászat 104 pp.240-251 (1971) és Gép XXIV pp.9-19 (1972)
- [12] Fehérvári A., J. Rittinger: Hegesztőanyagok kiválasztása rideg töréssel veszélyeztetett szerkezetek gyártásához. Gép XXIV pp.286-297 (1972)
- [13] Fehérvári A. J. Rittinger: Stahlauswahl für druckbeanspruchte Konstruktionen anhand ihrer Sprödebruchempfindlichkeiten. Neue Hütte 18 pp.209-212 und pp. 455-461 (1973)
- [14] Fehérvári A. J. Rittinger: Stahlauswahl für druckbeanspruchte Konstruktionen ZIS Mitteilungen 15 pp.636-643 (1973)
- [15] Boniszewsky T., Metal Construction and BWJ (1969)
- [16] Shackleton D.J., Doc. IIW-XII-B-78-70
- [17] Fehérvári A., J. Rittinger: The effect of transition temperature of CO₂ weld. Doc. IIW-B-98-71
- [18] Fehérvári A., J. Rittinger: Comments on Doc. IIW-XII-B-71 Doc. IIW-B-109-72

A VASKUT története. 1. sz. melléklet: Acélok hegeszthetősége

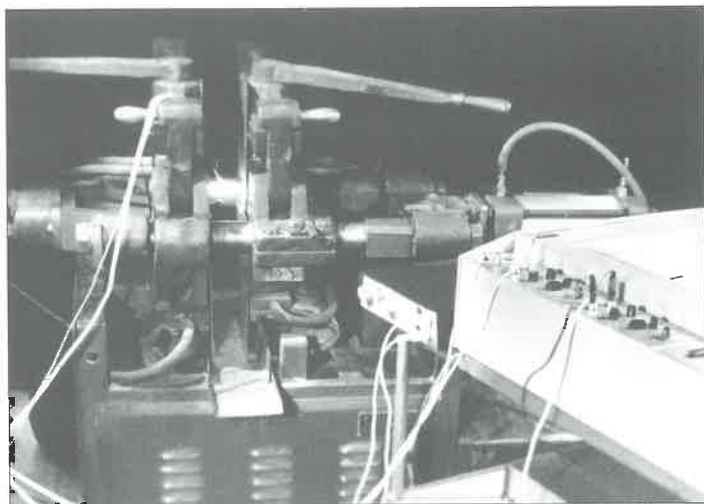
A hegeszthetőség összefügg a hőhatásövezetben keletkező átalakulásokkal, illetve az átalakulási termékek tulajdonságaival. Rideg szövetelemek keletkezése – repedés keletkezésének veszélye miatt – határt szab a hegesztés alkalmazásának, illetve a rideg szövetelemek elkerülése követelményeket támaszt a hegesztési technológiával szemben.

Az 1-4-066/66-67 téma kidolgozását megelőzően az acélok hegesztési technológiájának tervezéséhez a hőkezelésre vonatkozó átalakulási diagramok (C-görbék) [9] adtak támpontot. Ezek a diagramok azonban alacsony hőmérsékleten homogenizált ausztenit átalakulására vonatkoztak, ezért eltértek a hegesztés hőhatásövezetében bekövetkező átalakulásoktól.

Rittinger János az 1-4-066/66-67 téma keretében létrehozott egy berendezést, amely alkalmas volt a hegesztés hőhatásövezetében végbemenő fázisátalakulások tanulmányozására, és lehetővé tette az átalakulási termékek mechanikai tulajdonságainak vizsgálatát. A berendezés az 1. ábrán látható.

A berendezés egy 12×12 mm keresztmetszetű hasáb tengelyére merőleges síkban hozta létre azt a hőciklust, amely hegesztésnél a hővezetés irányára merőleges, görbült felületen keletkezik nagy hőmérsékleti gradiens mellett. A hevítésre egy 100kVA teljesítményű tompahegesztő gép transzformátora szolgált, amely max. 250 C°/s sebességgel hevítette fel a próbatestet max. 1375 C° hőmérsékletre. A hűtést fűjt levegő, ill. vízpermet biztosította, amellyel a 850 C°-ról 500 C°-ra történő hűlés idejét 1,6...100 s között lehetett változtatni. A berendezés tartalmazott egy pneumatikus hengert, amellyel a próbatestet a hőciklus alatt max. 20 kN erővel meg lehetett terhelni. A hőciklus rögzítésére szolgáló jeladó a próbatestre hegesztett termoelem volt. A termoelem jelét analóg műszer regisztrálta. (1966-ot írunk, a digitális technikát még nem ismerjük).

Az ausztenit átalakulásának hőmérséklete a latens hő felszabadulása, vagy a fajtérfogat változása révén jelölhető ki. A ferritkiválás és a bomlási termékek (perlit, bainit) keletkezése jelentős hőfelszabadulással jár, így azok hőmérsékletének kijelölésére a hőmérséklet-idő diagramot célsze-



1. ábra. A VASKUT hőszimulátora és a termoanalízis céljára szolgáló eszközök

rű használni. A 2. ábra egy tipikus lehülési görbét mutat be, annak derivatogramjával együtt. (a termofeszültség változását analóg készülék deriválta)

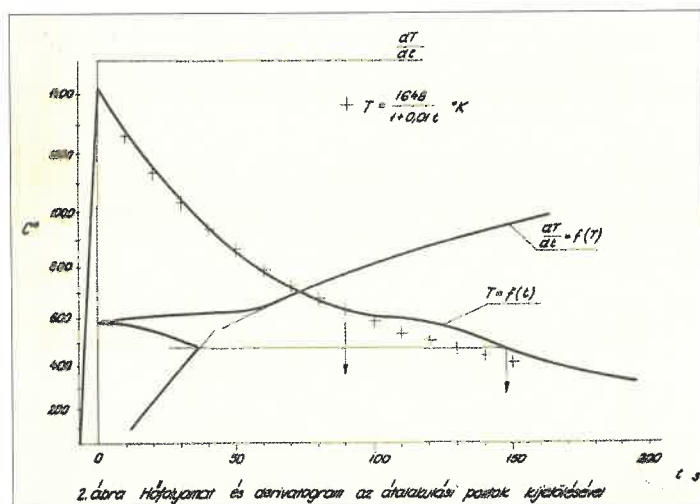
Hegesztési hőszimulátorok a téma kidolgozása idején már léteztek (USA: Gleeble, Japán: Thermorestor, Hollandia: Smitweld), de azok a VASKUT számára – anyagi okok miatt – elérhetetlenek voltak. A kor színvonalán és a hazai lehetőségek birtokában a VASKUT berendezése úttörő jelentőségű volt.

A martenzites átalakulás latens hője kicsi, így érzékelésre a fajtérfogat változásának (próbatest keresztirányú expanziójának) mérése célszerű. A Gleeble és a Smitweld berendezés a termoanalízis alapján, a Thermorestor a fajtérfogat mérése alapján működött.

A 3. ábra a hűlési sebesség hatását mutatja a beolvadási vonal közelében kialakuló szövetszerkezetre és a repedés keletkezésére egy növelt folyáshatárú acél esetén. Lassabb hűlési sebesség növeli a szemcseméretet, de csökkenti az interkristallin repedés keletkezésének veszélyét.

A normalizált C+Mn acélok és mikroötvözött acélok repedésérzékenysége összefügg az alakváltozó képességgel, ezért a hőkezelésre vonatkozó átalakulási diagramok a szövetszerkezet mellett a keménységet is feltüntetik. Nyilvánvaló, hogy a hegesztési hőfolyamat hatását is célszerű volt a keménységre gyakorolt hatásán keresztül vizsgálni.

A 4. ábrán – példaként – egy C+Mn acél varrat alatti keménysége látható a beolvadási vonal mellett.



2. ábra. A hőmérséklet és deriváltja az idő függvényében (a vízszintes tengelyen sec.)

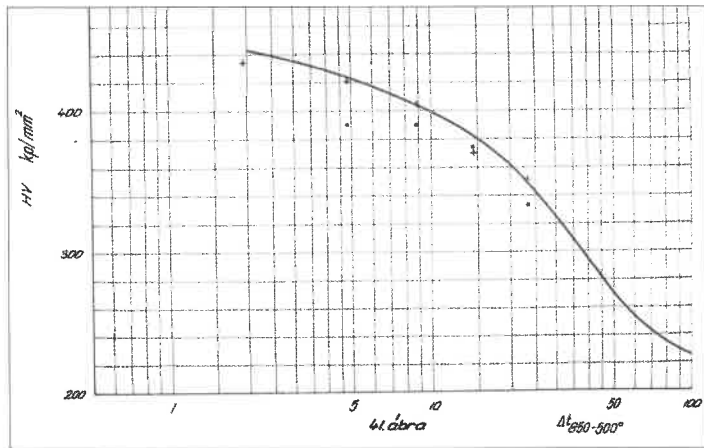


$T_{\max} = 1375^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{850-500} = 1,6$ $T_{\max} = 1375^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{850-500} = 76,5$ s

3. ábra. A hűlési sebesség hatása a szemcseméretre és a repedések keletkezésére a beolvadási vonal közelében.

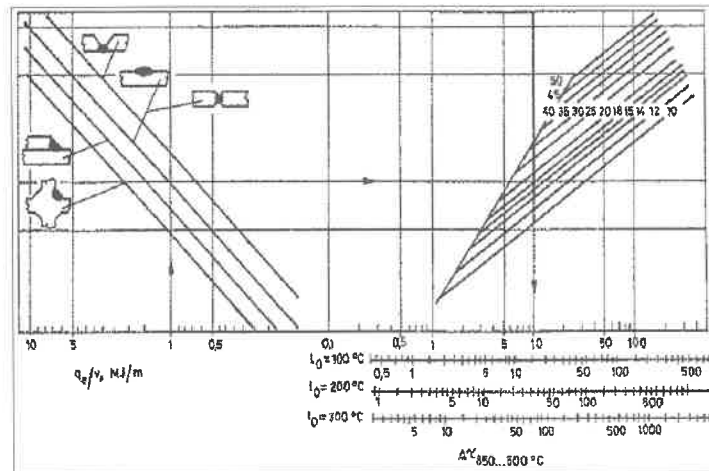
KUTATÁS–FEJLESZTÉS

C	Mn	Si	S	P	Cu	Al	N
0,20	1,18	0,40	0,020	0,020	0,25	0,025	0,008

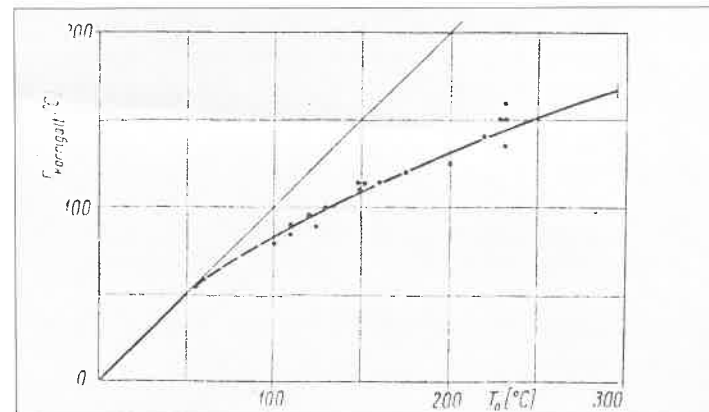


4. ábra. Hűlési sebesség hatása a hegesztési hőfolyamatban kialakuló maximális keménységre (a táblázatban szereplő vegyi összetételénél)

Az 5. ábra a maximális hűlési sebességet mutatja a hővezetés differenciálegyenletének különböző hegesztési feltételekre történő megoldása alapján.



5. ábra. A hőhatásövezet hűlési sebessége a beolvadási vonalnál a hegesztési feltételek függvényében.



6. ábra. A szükséges előmelegítési hőmérséklet csökkentésének lehetősége

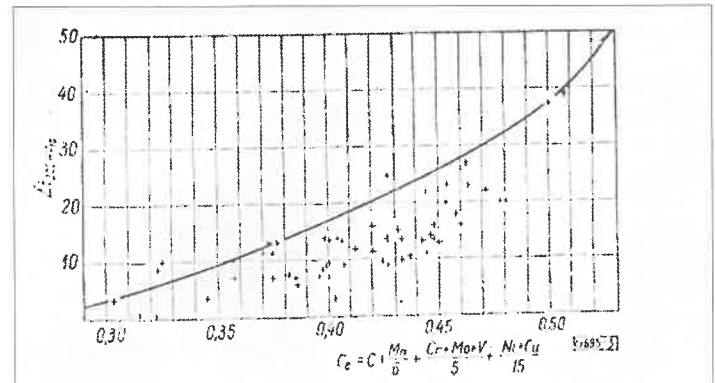
A nomogram a hegesztett szerkezetek acéljaira vonatkozó MSZ 6280 acélszabvány részévé vált, és az egyetemi tananyagba is bekerült, mint a technológiai tervezés alapdokumentuma

A technológia tervezésénél figyelembe kell venni, hogy az előmelegítési hőmérséklet nem csak a hűlési sebességet, hanem a diffúzibilis hidrogén által befolyásolt repedésérzékenységet is csökkenti. Ennek következtében előmelegítés esetén nagyobb maximális keménység engedhető meg, amely lehetővé teszi az előmelegítési hőmérséklet csökkentését (lásd 6. ábra)

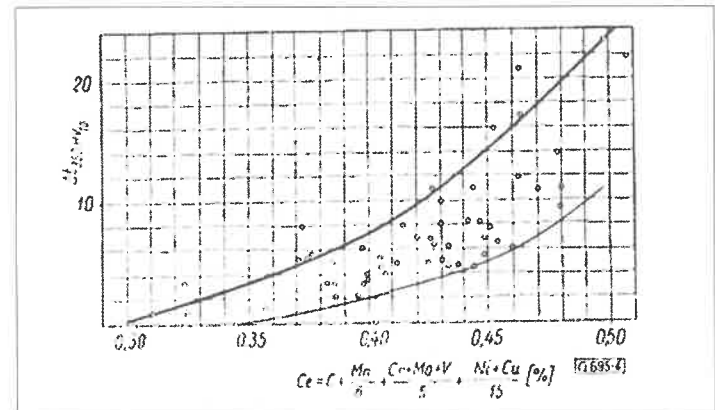
Az 4. ábra segítségével megtervezhető egy megengedett maximális keménységhez tartozó hegesztési technológia, ha ismerjük a HV(ΔT) kapcsolatot (mint 4. ábra) a hegesztendő alapanyagra vonatkozóan.

A 7. ábra a karbon egyenérték hatását mutatja a 300HV maximális keménységhez, a 8. ábra pedig a 350 HV maximális keménységhez tartozó hűlési sebessége a beolvadási vonalnál. Segítségükkel megtervezhető egy megengedett maximális keménységhez tartozó hegesztési technológia, ha ismerjük a hegesztendő alapanyag vegyi összetételét.

Később Seiffarth professzor (TU Rostock), – aki a VASKUT munkatársaival kitűnő szakmai és baráti kapcsolatban volt – publikált értékes összefoglaló munkát [10] a hegesztési hőfolyamatban végbemenő átalakulásokról.



7. ábra. 300HV maximális keménységhez tartozó hűlési sebessége a beolvadási vonalnál

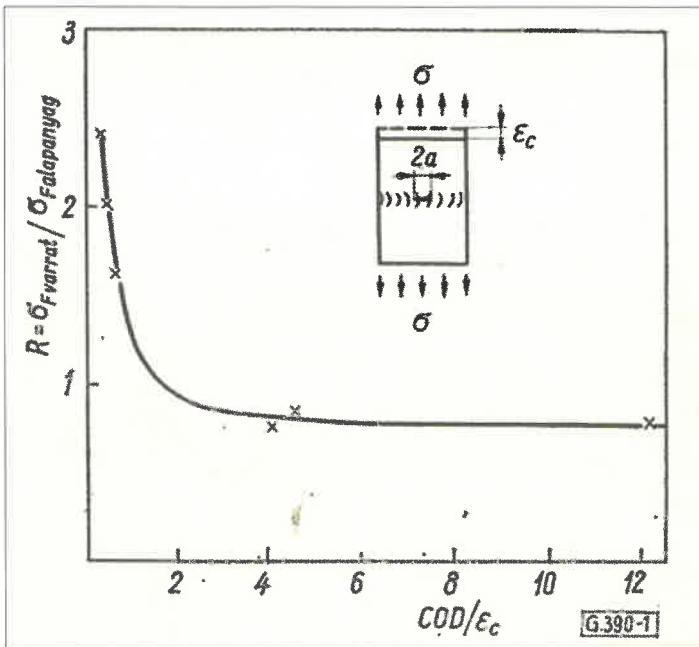


8. ábra. 350HV maximális keménységhez tartozó hűlési sebessége a beolvadási vonalnál

A VASKUT története. 2. sz. melléklet: Hegesztőanyagok

A hegesztett szerkezetek törése sok esetben varrathibákból indul ki. Az 1. ábra a varrat szilárdságának hatását mutatja egy hosszirányú varrathiba stabilitására a Welding Institute (Cambridge) széles (500 mm) lemez vizsgálatai alapján. A vizsgálatokat különböző szívósságú varratokkal végezték.

ϵ_c a fajlagos nyúlás átlagértéke a varratra merőleges σ feszültség hatására, COD pedig a töréshez tartozó repedés kinyílás. Ha a varrat folyáshatára kisebb az alapanyagénál ($R > 1$) akkor az alakváltozás a varratra korlátozódik, ahol fajlagos értéke nagy. Ilyen esetben a szívós varratok is eltörnek. Ellenkező esetben csak a rideg varratok törnek el.



1. ábra. A folyási határ és a repedés megindulási feltételek kapcsolata az igénybevételre merőleges varratban.

Következésképpen a varratok minimális folyáshatárával szemben követelményt kell támasztani. Ugyanakkor a varratok maximális folyáshatárát is korlátozni kell, mert a hegesztett kötésen belüli szilárdságugrás rideg vagy fáradásos törés kiindulópontja lehet. Általános irányelv:

$$R_{eH \text{ varrat}} = (1,1-1,3) R_{eH \text{ alapanyag}}$$

A varratra merőleges repedések stabilitását az alapanyag szívóssága általában biztosítja.

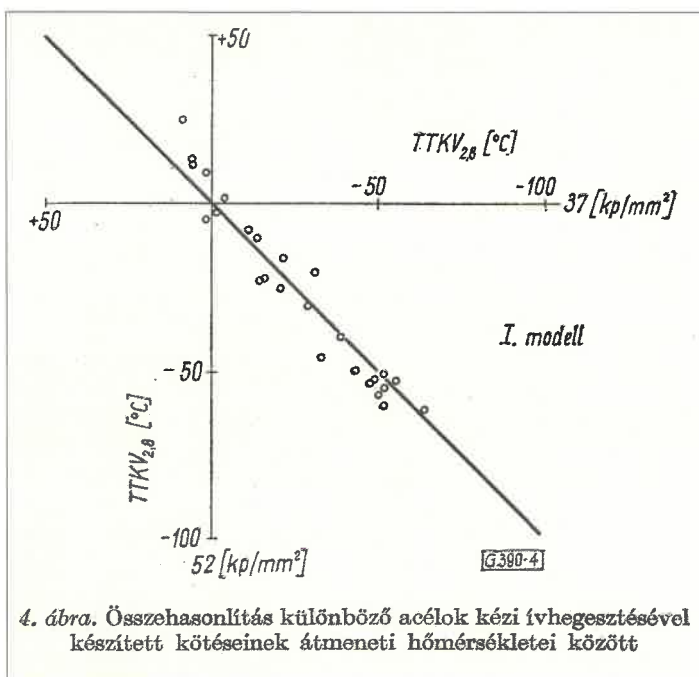
A 4. ábra hegesztési feltételek hatását mutatja bevont elektródával hegesztett varratok tulajdonságaira. Az I. modell 12 mm vastag lemezek V-varrata, a II. modell szabványos hegesztési ömledék. A 37 jelű lemez 365 MPa folyáshatárú lágyacél, az 52 jelű lemez 510 MPa folyáshatárú C+Mn acél.

Az alapanyag részvétele a varratban csekély, ezért nem gyakorol lényeges hatást a varrat átmeneti hőmérsékletére. A varrat és az ömledék átmeneti hőmérséklete azonban – eltérő szerkezetük miatt – némi eltérést mutat. A gyártmányismertetőkből szereplő adatok valamelyest alábecsülik a varratok szívósságát.

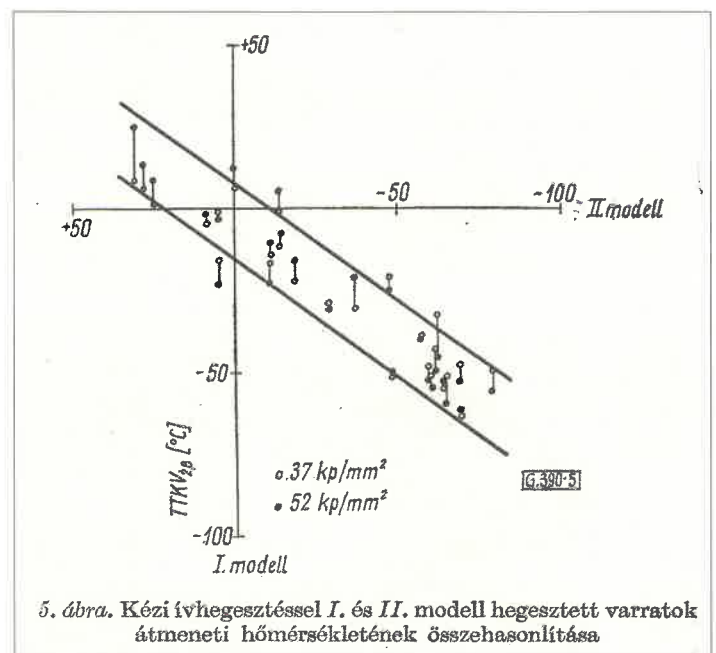
A hegesztőanyagok megválasztásánál azonban figyelembe kell venni az ütővizsgálatok jelentős szórását. A következőkben ismertetett táblázatok – a Magyarországon használt bevont elektródákra – tartalmazták rideg törési kategóriák teljesülésének valószínűségét:

B	TTKV _{27J}	= 20 °C
C		= 0 °C
D		= -20 °C
E		= -40 °C

A nagyobb felhígulást okozó hegesztési eljárások (GMAW, SAW) hegesztőanyagait megvizsgáltuk lágyacélok, C+Mn acélok és hegesztési ömledék esetén. Az adatokat a hazai üzemekben használt hegesztőanyagokra a következő táblázatok foglalták magukba.



4. ábra. Összehasonlítás különböző acélok kézi ívhegesztésével készített kötéseinek átmeneti hőmérsékletei között



5. ábra. Kézi ívhegesztéssel I. és II. modell hegesztett varratok átmeneti hőmérsékletének összehasonlítása

4. a. ábra. Összehasonlítás különböző acélok bevont elektródával hegesztett kötéseinek átmeneti hőmérséklete között

4. b. ábra. Összehasonlítás bevont elektródával hegesztett kötések és ömledék átmeneti hőmérséklete között.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

A rideg törési kategóriák teljesülésének valószínűsége
bázikus elektródánál (II. modell)

Elektródaátmérő: 4 mm (*3,25 mm, **5 mm)

Tipus	B	C	D	E
Special	66			
Univers	97	72		
Supercito	98	79		
Extra	> 99	96	70	
Fox EV 47 *	> 99	99	87	
OK 48.00	> 99	98	83	
Hera 5520	> 99	> 99	99	88
Tenacito	> 99	> 99	99	88
	> 99	> 99	95	68
	* > 99	> 99	> 99	95
	> 99	> 99	> 99	90
	** > 99	> 99	> 99	94
EB 1	> 99	> 99	99	88
	> 99	> 99	91	67
	> 99	> 99	94	66
	> 99	> 99	96	72
	* > 99	> 99	91	57
	> 99	> 99	92	59
	* > 99	> 99	95	68
Bors	> 99	> 99	95	68
OK 55.00	> 99	> 99	95	68
Tenacito 65	> 99	> 99	99	88
Fox 2,5 Ni	> 99	> 99	> 99	92
Tenacito 55	> 99	> 99	> 99	99
Cseh EB 125 *	> 99	> 99	> 99	> 99
OK 53.00	> 99	> 99	> 99	96
OK 48.43	> 99	> 99	> 99	99
Tenacito 70	> 99	> 99	> 99	90
OK 74.75	> 99	> 99	> 99	92
Tenacito 80	> 99	> 99	> 99	96

A rideg törési kategóriák teljesülésének valószínűsége
rutilos és cellulóz elektródáknál (II. modell)

Elektródaátmérő: 4 mm (*3,25 mm)

Tipus	B	C	D	E
Cseh ER 117 *				
OK 50.00	81			
Overcord	88			
Molycord Ti	81			
OK 46.44				
Overcord S	76			
Fincord S				
OK 43.32				
Cromocord Ti				
Overcord G				
Citorex	97	74		
MR 3	99	87		
OZ Sz 4	> 99	91	57	
Fox Cel Mo	99	86		
Fox Cel *	91	57		

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

A rideg törési kategóriák teljesülésének valószínűsége
Védőgázos hegesztés

Modell	Hegesztőanyag	B	C	D	E	
I./37	VTi 1	5				
		6				
		7	62			
		8				
		K	67			
	V 1	1	> 99	90	53	
		2	> 99	94	65	
		3	> 99	97	75	
		4	> 99	93	60	
	EMK 6	D	> 99	94	64	
	I./52	VTi 1	5			
			6			
			7			
			8			
K						
V 1		1	87			
		2	92	60		
		3	97	74		
		4	81			
EMK 6		D	95	67		
II.		VTi 1	5	56		
			6	96	70	
			7	93	81	
			8	83		
	H		87			
	K					
	V 1		1	84		
		2	97	74		
		3	> 99	91	57	
		4	94	63		
		P	93	62		
		R	97	76		
		S	95	67		
	BM 65	N	94	83		
EMK 6	D	> 99	> 99	92	58	
EMK 7	E	> 99	97	76		

A rideg törési kategóriák teljesülésének valószínűsége
Fedett fű hegesztés

Modell	Hegesztőanyag	B	C	D	E	
I./37	AN 348 A — FMn 2	99	84			
	S 45 — FMn 2	97	76			
	AN 20 — FMn 2	96	88			
	UM 80 — FMn 2	> 99	91	57		
	BBC 600 — FMn 0	> 99	96	73		
	BBC 600 — FMn 1	> 99	98	84		
	BBC 600 — FMn 2	> 99	> 99	> 99	95	
	BBC 772 — FMn 2	97	78			
	I./52	AN 348 A — FMn 2	98	83		
		S 45 — FMn 2	99	86		
AN 20 — FMn 2		> 99	94	64		
UM 80 — FMn 2		> 99	> 99	95	69	
BBC 600 — FMn 0		> 99	> 99	> 99	> 99	
BBC 600 — FMn 1		> 99	> 99	> 99	92	
BBC 600 — FMn 2		> 99	> 99	> 99	> 99	
BBC 772 — FMn 2	> 99	96	73			
II.	AN 348 A — FMn 2	81				
	S 45 — FMn 2	93	62			
	AN 20 — FMn 2	90	55			
	UM 80 — FMn 2	> 99	> 99	96	72	
	BBC 600 — FMn 0	> 99	> 99	> 99	92	
	BBC 600 — FMn 1	> 99	> 99	95	67	
	BBC 600 — FMn 2	99	88			
	BBC 772 — FMn 2	> 99	94	65		

folytatjuk



Értjük az Önök feladatait –
valós értéktöbbletet adunk munkáihoz –
innovatív hegesztési eljárásokkal járulunk
hozzá az Önök termelési eredményeihez.
Az ötlettől a fejlesztéseken, tervezésen,
gyártáson keresztül az oktatásig, szolgál-
tatási háttérig. Mindent egy kézből!

CLOOS

Weld your way.

Crown International Kft.
CLOOS képviselő

1163 Budapest, Vámosgyörk u. 31.
Tel.: +36 1 403-5359.

www.cloos.hu

 CROWN
INTERNATIONAL KFT.

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



POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

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

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



- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmárók
- mágnesalpas fúrógépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm[®]

Dr. Jármai Károly*

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) XV-ös bizottsága „Hegesztett szerkezetek tervezése, analízise és gyártása” tevékenysége

68. Évi Közgyűlés, Helsinki, Finnország, 2015 június 29 – július 1.

A bizottság szakmai területei

A XV-ös Bizottság olyan szakértőkből áll, akik hegesztett szerkezetek több tudományággal kapcsolatos tervezési, elemzési és gyártási területeivel foglalkoznak, beleértve az épületeket, hidakat, offshore szerkezeteket és berendezéseket, szerkezeti acél, rozsdamentes acél és alumínium anyagokat.

A Bizottság hat albizottságra tagozódik: tervezés, elemzés, gyártás, síkbeli szerkezetek (épületek és hidak), csőszerkezetek (tengeri és szárazföldi), és a gazdaságosság. Ez egy mátrix, hogy megkönnyítse konkrét műszaki témák és alkalmazásaik közötti kapcsolatot hegesztett szerkezeteknél. Ezen kívül célja, hogy elősegítse az információcserét és az esetleges harmonizáció tekintetében a nemzeti szabványok használatát a hegesztett szerkezeteknél. A Bizottság tevékenységének középpontjában a tervezés iránymutatások állnak, a hegesztett szerkezetek szeizmikus, ütközési vagy robbanási terhelése, a hegesztés tervezése és a nagyszilárdságú szerkezeti acélok, korszerű hegesztési eljárások alkalmazása, a gyártási minőségi követelmények, beleértve a hibákat, a hegesztési maradó feszültségeket és a vetemedés mérését, a szerkezeti javítási irányelveket, és az optimalizálást, valamint a gazdaságossági tervezési és gyártási szempontokat. A Bizottság szorosan együttműködik ipari szakemberekkel a tervezési irányelvek előkészítésében csőszerű szerkezet kötései vonatkozásában, valamint statikus terhelési és fáradási tervezésben. Két ISO szabvány is készült e témákban. A Bizottság szorosan együttműködik a XIII-as Bizottsággal, mely hegesztett szerkezetek fáradásával foglalkozik. Közös munkacsoport van, és a gyakori együttes ülések megkönnyítik az információcserét. További együttműködés van más IIW Bizottságokkal is, mint például a X-es és az V-ös.

A bizottság felépítése

A XV-ös Bizottság "Hegesztett szerkezetek tervezésével, analízisével és gyártásával foglalkozik:

- Tervezési irányelvek, gyártási minőség, varrat előkészítési szabványok, szerkezeti javítási, optimalizációs és gazdaságossági tényezők alkalmazása a tervezésben / gyártásban;
- Felkészülés ISO szabványokra hegesztett csőszerkezeti kötések vonatkozásában;
- Nemzeti szabványok lehetséges harmonizációja hegesztett szerkezeteknél;
- Tervezés, elemzés, gyártás, lemez szerkezetek, csőszerkezetek, gazdaságosság.

A XV-ös Bizottság „Hegesztett szerkezetek tervezése, analízise és gyártása”

- Elnök: Robert E. Shaw (Egyesült Államok)
- Alelnök: Prof. Dr. Károly Jármai, (Magyarország)
- Alelnök: Dr. Jean Gerald (Franciaország)
- XV-A: Elemzés (Analysis) elnöke: Prof. Kyong Ho Chang (Koreai Köztársaság)
- XV-B: Tervezés (Design) elnöke: Mr. Douglas Hawkes (Ausztrália)
- XV-C: Gyártás (Fabrication) elnökök: Dr. Stefano Botta (Olaszország) és Prof. Dr.-Eng. Masahito Mochizuki (Japán)
- XV-D: Lemez szerkezetek (Plated structures) elnökök: Dr. Koji Azuma (Japán) és Mr. Krishna Verma (Egyesült Államok)
- XV-E: Csőszerkezetek (Tubular structures) elnöke: Dr. Xiao-Ling Zhao (Ausztrália)
- XV-F: Gazdaságosság (Economy) elnöke: Prof. Dr. Károly Jármai (Magyarország)
- JWG XIII-XV: Fáradtság Tervezési szabályok (Fatigue design guides) el-

nöke: Prof. Dr.-Ing. Adolf Hobbacher (Németország)

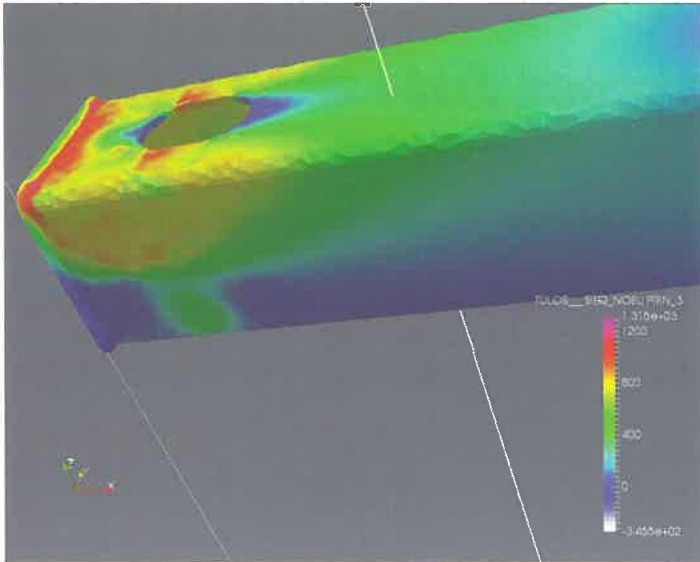
Fontosabb dokumentumok

XV-1490-15 Residual Stress Release of Steel Plate Deck with Trough Rib by Portable Heat Source; HIROHATA, Mikihito; ITOH, Yoshito; JP

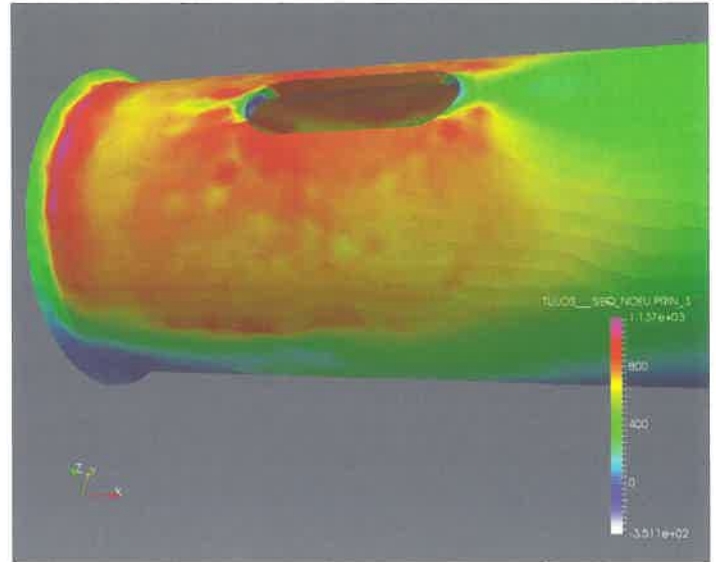
Több esetet mutat be, hogy a fáradási repedések megjelennek a hegesztésnél az acél hídpályaelemeknél. Feltehetően, hogy a fáradási élettartam javítható ilyen hegesztett alkatrészeknél, a hegesztési maradó feszültség meghatározását és a hegesztés utáni hőkezelés (PWHT) alkalmazását vizsgálja. Egy általános PWHT módszer alkalmazására kemence nem áll rendelkezésre, mivel az acéllemez szerkezet nagy, ezért alkalmazhatóságát egy lap jellegű kerámia fűtőegység, mint egy hordozható hőforrás segítségével vizsgálták. A PWHT kísérletek sorozatát végezték el a vizsgálati tárgyon az acéllemeze hegesztett merevítő bordáknál. A hegesztési húzó maradó feszültségekre a PWHT feszültségcsökkentő hatását mérésekkel vizsgálták meg. Másrészt, a kísérleteknél a szimulált termikus elasztó-plasztikus elemzés a kúszási tulajdonságait is figyelembe vette. A kísérleti és számítási eredmények alapján, a hegesztési maradó feszültség csökkentése megvalósítható hegesztett hídpálya lemezeknél a kerámia hordozható fűtés segítségével.

XV-1489-15 Ultimate Limit Load Capacity of FUSEIS-Element made of Cold Formed Sections with Yield Strength 700 MPa, VALKONEN, Ilkka; FIN

FUSEIS egy energia elnyelő eszköz a szeizmikusan ellenálló acél vázszerkezetű kereteknél. Ebben a ta-



1. ábra. RHS 100x100 1. főfeszültségek



2. ábra. CHS 76,1 1. főfeszültségek

nulmányban, ezek az elemek hidegen alakított téglalap / négyzet és kör alakú zártszelvényekből készülnek. A keretrendszer, amely öt szintet tartalmaz, 3%-os vízszintes elmozdulásra lett tesztelve. A vizsgálati eredményeket összehasonlították FEM számításokkal annak érdekében, hogy megtaláljanak egy robusztus hiba becslési módszert azon esetknél, ahol az elemek csatlakoztatva vannak a hegesztett övekhez. Ezen túlmenően, a hagyományos fáradási formulákhoz képest vizsgálja, hogyan lehet használni őket a kisciklusú fáradás (5 ciklus) esetén. Az eredmények azt mutatják, hogy az 1. es főfeszültségek használatával lehetséges megbecsülni a hiba helyét, ami fontos a tervezés szempontjából. Továbbá, a hagyományos kisciklusú fáradási képletek képesek megfelelően megadni a lemezek élettartamát, így bonyolultabb tönkremeneteli képletek használata felesleges a gyakorlatban.

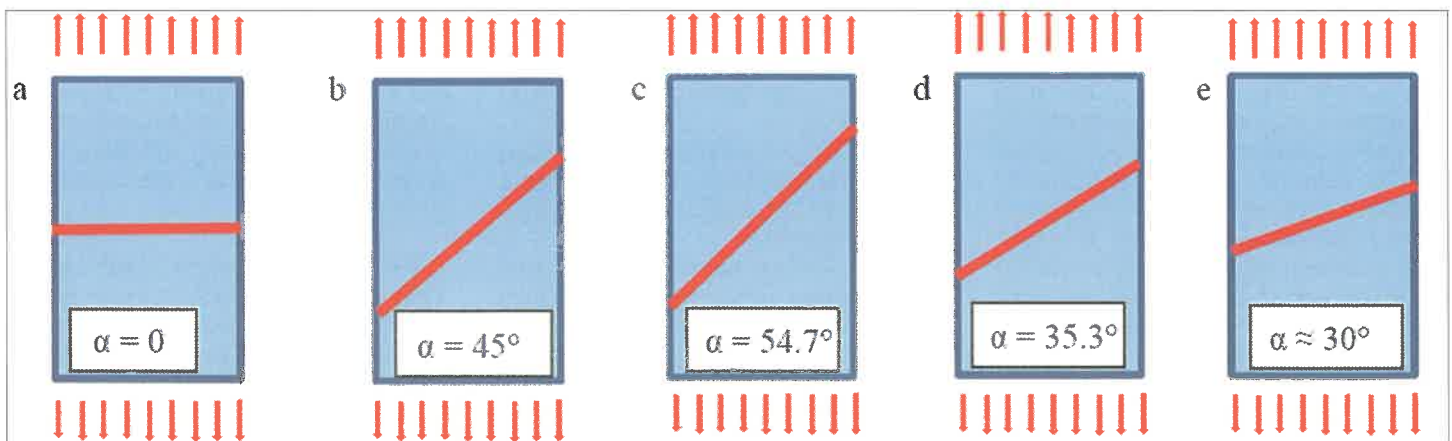
XV-1492-15 About the Critical Plane of Axially Loaded Plate Structure made of Ultra High Strength Steel; BJÖRK, Timo; SALO, Joel; NYKÄNEN, Timo; VALKONEN, Ilkka; FIN

Számos különböző elméleti megközelítés létezik, hogy meghatározzák a tengelyirányban nyomott lemez szerkezetek kritikus síkját. A kritikus sík az a keresztmetszet, ahol kvázi-statisztikus tengelyirányú terhelés esetén a folyás és a tönkremenetel adódik. A hagyományos megközelítések, mint a maximális nyírófeszültség kritériuma, vagy az oktaéderes nyírófeszültség folyási kritérium úgy tűnik, jól működik a teherbírás meghatározása esetén, de nem tudják pontosan megjósolni a tönkremeneteli módot a gyakorlatban. Egy új megközelítés, melynél eltávolítják a kritikus síkkal párhuzamos feszültségeket kerül ismertetésre. Ezt a módszert alkalmazták, hogy meghatározzák a tompavarrat lejtésének hatását a lemez tengelyirányú teherbírására.

Az alapanyag ebben a tanulmányban ultra-nagyszilárdságú acél (UHSS). A bemutatott elméleti megközelítés jó egyezést mutatott a kísérleti eredmények és a VEM-számításokkal. A hegesztés ferde szöge elég nagy kell legyen annak érdekében, hogy a szerkezet teherviselő kapacitása emelkedjék. Az eredmények általánosíthatók más típusú kötésekre is.

XV-1491-15 Prediction of Brittle Fracture from Defects at Groove Face of Complete Joint Penetration Welded Joints; AZUMA, Koji; AKAHOSHI, Takuya; IWASHITA, Tsutomu; JP

Ez a tanulmány a Weibull feszültség közelítés alkalmazhatóságát tárgyalja a szívósság arányosítási modell helyett rideg törések előrejelzésére. A tartó-diafragma kapcsolati modellek, amelyek képviselik a kapcsolatot egy I-gerenda és az RHS oszlop között a diafragmán keresztül ciklikus terheléssel voltak tesztelve. A tartó övleme-



3. ábra. A varrat szögállásai

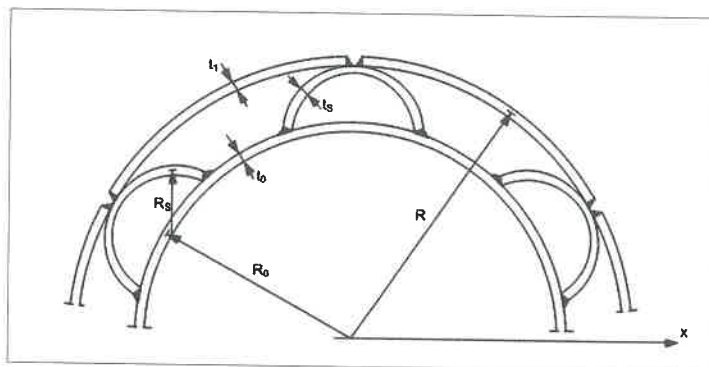


4. ábra. Törési felületének FSC-7C mintából

ze és a diafragma között teljes átolvadású varratok használtak. A próbatestenél átolvadási, illetve beolvadási hiányokat idéztek elő a varratgyökben a gerenda alsó övében, melyeket rézlemezek elhelyezésével hoztak létre a varratban. A rideg törés megjósolására különféle hiba méretek esetén VEM elemzést végeztek. A törési nyomatókot a kritikus Weibull feszültség segítségével határozták meg.

XV-1499-15 Load Carrying Capacities of Butt Welded Joints in High Strength Steels; KHURSHID, Mansoor; BARSOUM, Zuheir; BARSOUM, Imad; SE

A tanulmány célja, hogy megvizsgálja a hozaganyag és az alapanyag folyáshatárának hatását tompavarrat teherbíró képességére nagyszilárdságú acélok (HSS) (azaz, S700 és S960) esetén. A hozaganyagok három kategóriába esnek: megfelelő alatti, megfelelő, és megfelelő fölötti minőségű. A kapcsolatok teherviselő kapacitását ennek megfelelően vizsgálták. Kísérleteket végeztek és összehasonlították végeeselemes analízissel (FEA). A tervezési szabványok az Eurocode3 és az American Welding Society AWS D1.1 voltak. Az eredmények azt mutatják, hogy a teherviselő képességre vonatkozó számítások a FEA, az Eurocode3 és az AWS D1.1 szerint jó egyezést mutatnak a kísérletekkel. Megfigyelték, hogy a globális teherbírási és az alakíthatóság a hegesztett kötések-nél jelentősen függ az alapanyag és a hozaganyag minőségétől. Ez a hatás még erősebb a S960 acéلبól készült varratoknál, ha a hozaganyag az alapanyaghoz képest gyengébb minő-



5. ábra. A cellahéj keresztmetszete

ségű. Azt is megállapították, hogy az Eurocode3 tervezési szabályai (érvényes S700-ig) kiterjeszthető hegesztések tervezésére S960 acélok-nál is egy korrelációs együttható alkalmazásával.

XV-1498-15 A new structural version of welded cellular cylindrical shell for a cantilever column; FARKAS, József; JÁRMAI, Károly; HU

Nyomott és hajlított konzolos oszlopra méretezését végezték el az oszlop tetejének vízszintes elmozdulásának, valamint a hengeres köpeny külső átmérőjének korlátozása mellett. Az oszlop megerősítése csak az oszlop alsó részén történt. Három szerkezeti változatot vizsgáltak és optimáltak. Először is, a merevített hengeres héj került optimálásra és azt találták, hogy a szükséges nagy vastagságú lemez alkalmatlan a gyártásra. Másodsor, a hosszmerített hengeres héj került optimálásra. A félbevágott hengerelt UC szelvény csak a tartógerenda alsó részén került felhasználásra. A merevítők távolságát is optimálták. Azt találták, hogy a kívánt héj nagy vastagsága szintén alkalmatlan a gyártásra. Harmadszor, egy új szerkezeti változatot vizsgáltak, a cellaszerkezetű héjat. A két hengeres héj közé félkör alakú merevítőket helyeztek. Előnyei a nagy merevség, kis szerkezeti méret. A sima felület kedvezőbb a korrózióvédelem szempontjából és sokkal esztétikusabb, mint a hosszmerített héj. A fél hengeres zártszelvény (CHS) hosszmerítők lehetővé teszik a könnyű hegesztést. Az ismeretlen változók az optimálásnál a belső és a külső

héj vastagsága, fél CHS merevítők méretei és száma, valamint a merevítők hosszúsága. A tanulmány azt mutatja, hogy a cellaszerkezetű héj jól használható kisebb héj vastagságok mellett alacsonyabb költséggel, mint a hosszmerített héj. Az elmozdulás korlát olyan szigorú, hogy a feszültségi, a héj horpadási, a gerenda kihajlási feltételek passzívok. A költség függvényénél az anyag, a hegesztési és festési költségek minimalása szükséges.

A X, XIII és XV bizottságok együttes ülése, kedd, június 30, 2015,

XIII - Az élettartam meghosszabbítása és javítása

XIII-2583-15 Crack propagation analysis and rehabilitation by HFMI of pre-fatigued welded structures; M. LEITNER, Z. BARSOUM, F. SCHÄFERS, AU, SE, DE

A cikk repedés terjedést vizsgál hegesztett szerkezeteknél, valamint javítást magas frekvenciájú mechanikai ütés (HFMI) kezelési eljárással fáradás előtti terhelés esetén. A vizsgált próbatest egy vékonyfalú hosszanti merevítővel készült szerkezeti acél, S355. Fáradási vizsgálatokat végeztek a hegesztett és a HFMI-vel kezelt állapotban, előterhelés mellett és anélkül. A méréseknél nyúlásmérőket, optikai felületi repedés vizsgálatot és mikroszkópos vizsgálatokat végeztek, amíg a fáradástással a = 1 mm-es meghatározott repedéshosszat el nem érték. Törésmechanikai számításokat a súlyozott-függvények módszerével végeztek. A helyi maradó feszültségeket figyelembe vették. Összehasonlítva a számított élettartam értékeket a fáradástási teszt eredményeivel a súlyfüggvény módszer alapján megfelel a fáradási viselkedés is, de a szemben a standard törésmecha-

nikán alapuló módszerrel, ami parametrikus feszültségintenzitási egyenleteken alapszik és jelentősen konzervatív fáradási értékeléshez vezet. A HFMI-kezelés alkalmazása bizonyíthatóan kedvező hatást eredményez, különösen a kisebb névleges feszültségi tartományban, a nagy ciklus fáradási régióban.

XIII-2598-15 Fatigue life improvement of laser-welded web-core steel sandwich panels using polymer-based filling materials; D. FRANK et al; FIN

Acél szendvicspaneleket vizsgáltak, melyeknél kedvező a szilárdság-súly és a merevség-súly arány. Ugyanakkor alkalmazásuk a hajógyártásban korlátozott, mivel a fáradási terhelési viselkedése nem kellően feltárt. A legújabb irodalom bizonyította, hogy a

J-integrál egy megfelelő fáradási paraméter acél panelek értékelésére. A tanulmány különböző sűrűségű polimer-alapú anyagokkal töltött acélpanelek fáradási vizsgálatát végzi J-integrállal. A töltőanyag expandált polisztirol (EPS), poliuretán (PUR), Divinycell® és Rohacell®. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a kis-sűrűségű Divinycell® és Rohacell® habok szignifikánsan növelik a fáradási élettartamot, miközben elhanyagolhatóan növelik a panel tömegét.

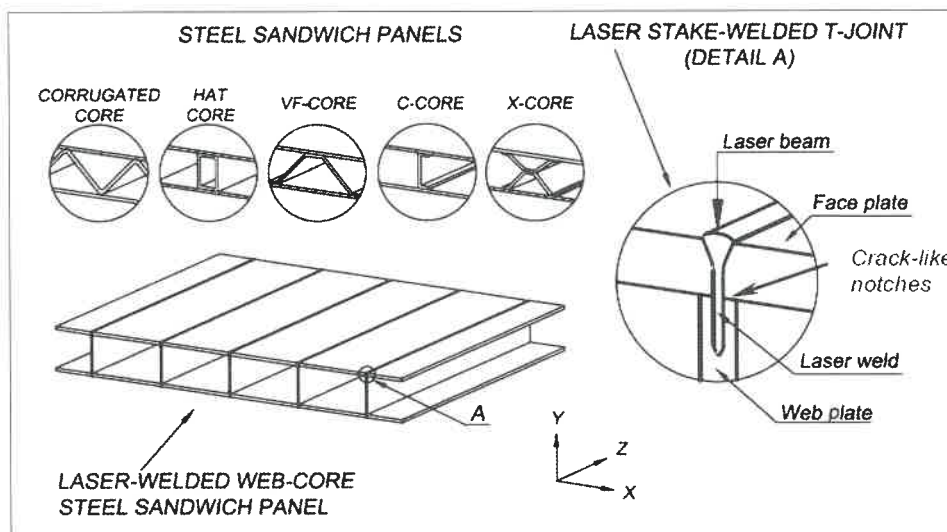
XIII-2605-15 Development of Inspection Simulator by Applying Fatigue Repairing Database; Kaoru YOKOYAMA; Chitoshi MIKI; Takuyo KONISHI; Masayuki TAI; JP

Mivel a fáradási tönkremenetelt gyakran nehéz felismerni, fejlett tudás és tapasztalat szükséges a fáradási vizs-

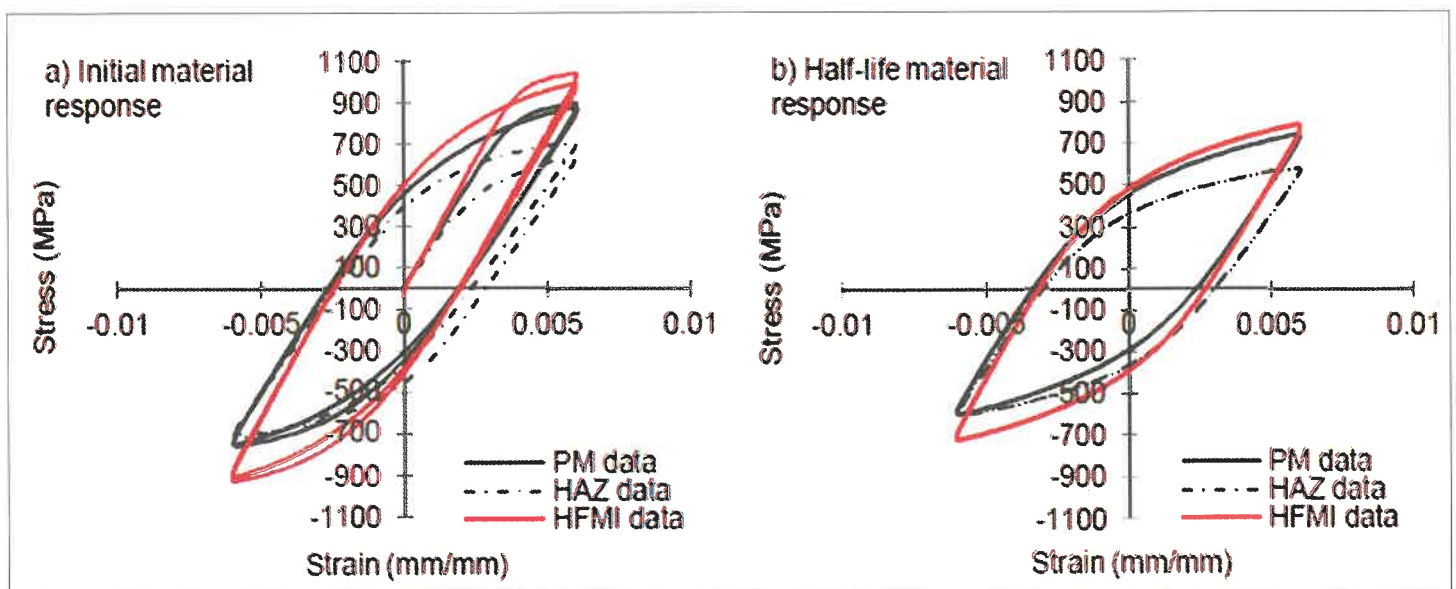
gálatokhoz acél hidaknál. Emiatt egy vizsgálati szimulátor került kifejlesztésre egy fáradási adatbázissal összekapcsolva, hogy megkönnyítse az ellenőrök oktatását az acélhid fáradásánál. Mivel a fejlett szimulátor internet alapú, rendelkezésre áll minden érdeklődő felhasználónak. Ez a szimulátor, amely úgy van beállítva, hogy bemutassa a fáradási tönkremenetelt az ellenőrzési folyamat során, egy egyszerű lemez gerenda hídnál, lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy megismerkedjenek a fáradási tönkremenetellel egy háromdimenziós virtuális téren keresztül. Számos fáradási tönkremenetelt mutat be illusztrációk és fényképek segítségével.

XIII-2588-15 Numerical Description of the Welding Residual Stress Field in Tubular Joints for Fatigue Assessment; Kimiya HEMMESI; Majid FARAJIAN; Dieter SIEGELE; DE

Annak érdekében, hogy a hegesztett szerkezet a fáradásnak ellenállóbb legyen, ellenőrizni kell a hegesztési folyamattal kapcsolatos tényezőket, amelyek befolyásolják a fáradási folyamatot, mint a hegesztési hibák, a maradó feszültségek. A tanulmány célja, hogy ismertesse a hegesztési maradó feszültség hatását a hegesztett cső-kötések fáradására. Az S355J2H szerkezeti acélból készült kapcsolatoknál összehasonlították a kísérleteket és a számításokat. A maradó feszültséget a hengeres cső hegesztéseknél röntgensugárral határozták meg. A SYSWELD szoftverrel kiszámították a maradó feszültségeket. A termikus és szerkezeti modellekkel történt számításokat hi-



6. ábra. Szendvicspanelek és a lézeres hegesztett T-kötés.



7. ábra. Eredeti és fél élelciklus feszültség-nyúlás adatok

telesítették a kísérletek hőmérséklet-eloszlásai és a mért maradó feszültségek.

XIII-2591-15 Influence of residual stress on elastic-plastic response in HFMI-treated welded joints under different load ratios; Eeva MIKKOLA; Heikki REMES; Gary MARQUIS; FIN

A fáradási szilárdság javítása nagyfrekvenciás mechanikai ütés (HFMI) révén elérhető a nyomó maradó feszültségek, a jobb varratszegély geometria és a felkeményedés hatására a kezelt felületen. A maradó feszültség stabilitását és a maradó feszültség relaxációs hatásait megbecsülni egy összetett feladat. Ebben a vizsgálatban a HFMI-vel kezelt hegesztett kötést modellezzük kísérletileg meghatározott maradó feszültség eloszlás mellett. A kezdeti és ciklikus feszültség-nyúlás modellezésénél nemlineáris izotróp-kinematikai keményedést alkalmaztak. Állandó amplitúdójú terhelésnél $R = -1, 0$ és $0,5$ terhelés arányokat alkalmaztak. A szimulált feszültség-alakváltozás válasz, és a számított Smith-Watson-Topper paraméter értékek feltárták, hogy a fő befolyásoló tényező a fáradásnál a maximális feszültség, míg a nyúlási amplitúdó majdnem független a terhelési aránytól és a maradó feszültségektől.

XIII-2603-15 Estimation Method of Fatigue Strength based on the Residual Stress; Hiroshi SHIMANUKI; Takayuki YONEZAWA; JP

Ultrahangos ütés (ITU) egyike a magas frekvenciájú mechanikai kezeléseknek (HFMI), melyekkel a fáradási biztonság hegesztett kötéseknel növekszik azáltal, hogy kisimítja a var-

ratszegély geometriát és jótékony nyomó maradó feszültségeket visz be a varratba. A fáradási szilárdság és a maradó feszültségek közötti kapcsolatot a módosított Goodman diagrammal próbálták meghatározni. Az eredmények alapján megbecsülték a fárasztó vizsgálat eredményeit a síkra merőleges merevítő lemezeknél. Összehasonlítva a becslés és a fáradási teszt eredményét, azok megerősítették, hogy a tervezett S-N görbe becslési módszer széles feszültség arány tartományban alkalmazható.

XIII-2599-15 On residual stress relaxation and re-distribution during fatigue life of welded steels; Jonas HENSEL; Thomas NITSCHKE-PAGEL; Joana REBELO-KORNMEIER; Klaus DILGER; DE

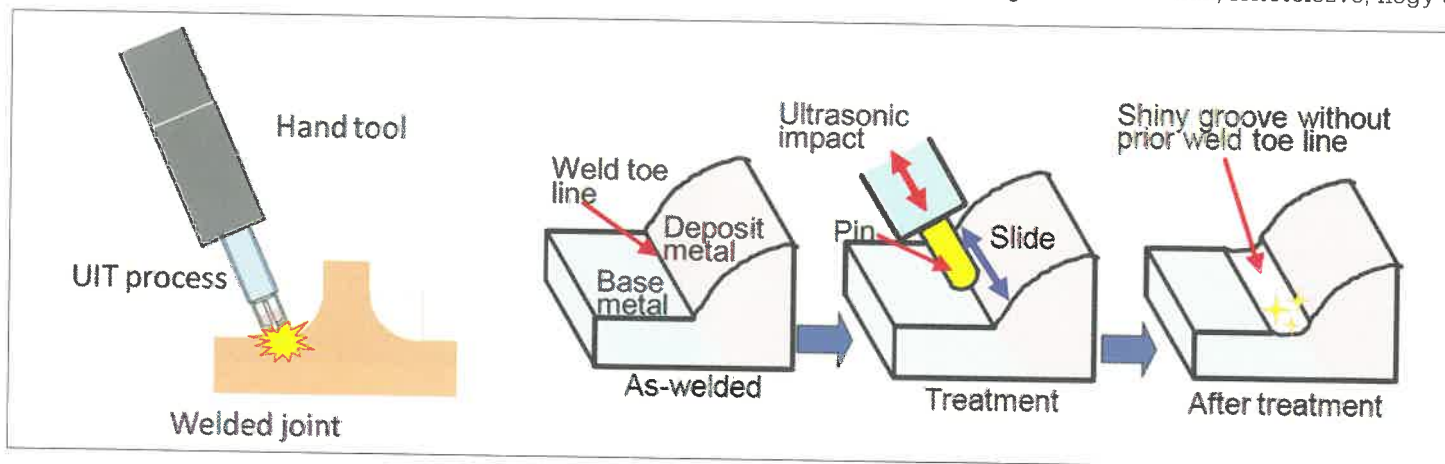
A tanulmány a maradó feszültség és fáradási repedések kölcsönhatását vizsgálja hegesztett acél lemezeknél. A hosszanti varrat létrehozásával nagy maradó feszültségek alakulnak ki axiális irányban. Egy mesterséges bevágással repedést képeztek ki. A kifáradási repedésterjedést, valamint maradó feszültségek újra-eloszlását vizsgálták kombinált kísérleti módszerekkel. Az átlagos feszültséget változtatták, hasonlóan, mint a maradó feszültség értékét a vizsgálati próbatesteknél. A próbatesteket 'as welded' állapotban használták, a feszültség-arány $R = (\sigma_{min} / \sigma_{max}) -1$ és $R = -3$ közötti volt.. A felhasznált anyagok a következők voltak: egy tipikus finomszemcsés szerkezeti acél S355J2 + N, valamint egy nagyszilárdságú nemesített acél S960QL. Az eredmények azt mutatják, hogy a maradó feszültségek hogyan épülnek le, és ilyen módon a maradó feszültség mérsékelten befolyásolja a fáradást a hegesztett acél lemezeknél.

XIII-2610-15 Development of Advanced Fatigue Strength Improvement Method for Ship's Out-of-Plane Gusset Welded Joints Using Low Transformation Temperature Welding Material; C. SHIGA et al; JP

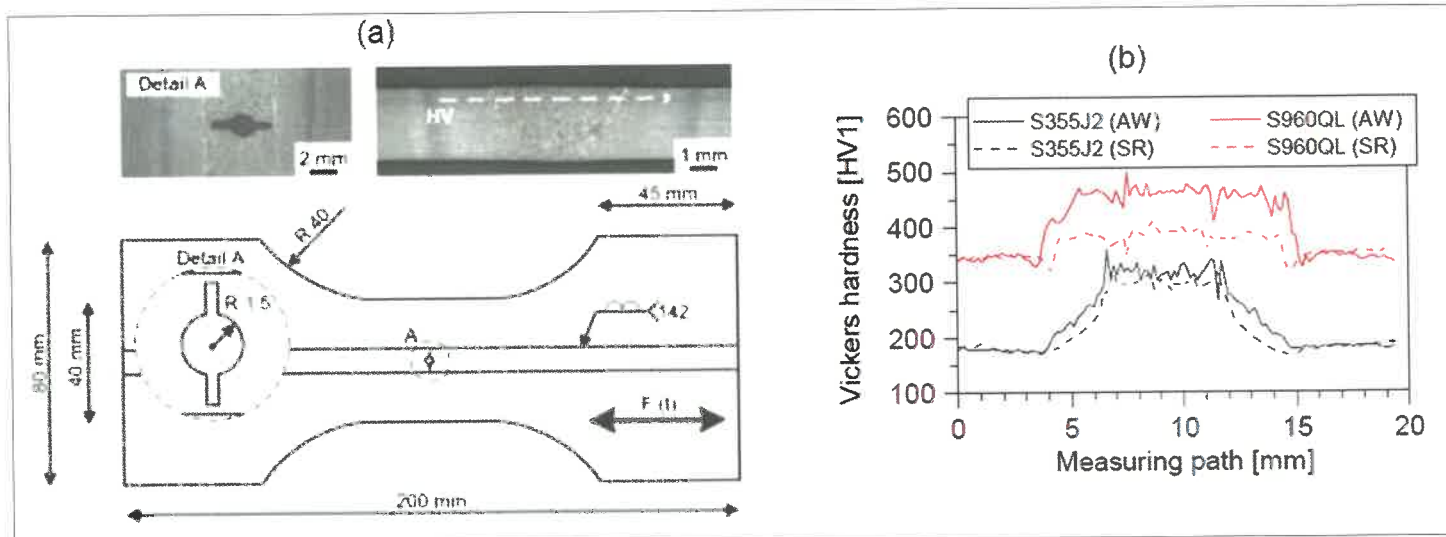
Hosszanti merevítő hegesztési varrait vizsgálták vastag és széles alaplemez esetén ($t = 20\text{mm}$, $W = 100\text{mm}$) alacsony átmeneti hőmérsékletű hozaganyag esetén (LTT). Nem csak 10Cr-10Ni hanem különböző olcsó LTT fémeket is használtak a próbatesteknél. A maradó feszültséget röntgen-diffrakciós technikával mérték. Állandó amplitúdójú fáradási vizsgálatokat végeztek és nézték a fárasztó erőt javító hatást és az alkalmazhatóságot hajók hegesztett kötéseinél. A maradó nyomófeszültség a varrat szegélyénél 10Cr-10Ni hozaganyagánál 600MPa körüli volt, és ezen kötéseknel 75% -os növekedés értek el az átlagos fáradási szilárdságnál és 6,5-szer hosszabb élettartamot. Ez a javulás egyenértékű, vagy jobb, mint HiFIT vagy UIT kezelés által elért javulás.

XIII-2581-15 The peak stress method applied to the fatigue strength assessment of steel and aluminum butt welded joints, Giovanni MENEGHETTI; Alberto CAMPAGNOLO; Filippo BERTO; IT

Számos vizsgálat jelent meg a szakirodalomban tompa hegesztett kötésekkel készült szerkezeti acélok és alumínium ötvözet fáradására. A szerzők újra elemzik ezeket a csúcspont-feszültség módszer (PSM) alkalmazásával. A fáradási vizsgálat hegesztett kötéseknel, a helyi szintű megközelítés alapján azt jelenti, hogy bevágást alkalmaznak, ahol feszültségintenzitási tényezőt (NSIF) számítanak. Éles V-bevágást alkalmaznak, feltételezve, hogy a



8. ábra Az UIT technológia



9. ábra. 1. minta geometria mesterséges bevágása (a) és keménység eloszlása hegesztés után (b)

csúcssugara nullával egyenlő, míg a gyök oldalon egy repedéselőtti állapot van a szerkezetben. A PSM egy mérnöki, VEM-orientált alkalmazásának NSIF megközelítése, mely kihasználja a rugalmas csúcs-feszültségeket az elvégzett VEM elemzések segítségével egy adott hálóra, ahol az elem típust állandó értéken tartjuk, és az átlagos elem mérete választható önkényesen egy adott tartományban. A cikk célja, hogy kiterjessze a PSM alkalmazását tompavarratokra acél, valamint alumínium ötvözetek kötéseire, összehasonlítva az adatokat a korábbi kalibrált eredményekkel. Feltéve, hogy a helyi geometria jól definiált, a PSM könnyen alkalmazható: a jól definiált tervezési feszültség (a megfelelő csúcs-feszültség) és látható, hogy jól közelíti a vizsgált kísérleti adatokat.

XIII – Fáradási tervezés és értékelése

XIII-2594-15, X-1813-15 On treatment of weld residual stresses in fracture and fatigue assessment (FFS), Pingsha DONG; Jifa MEI; USA

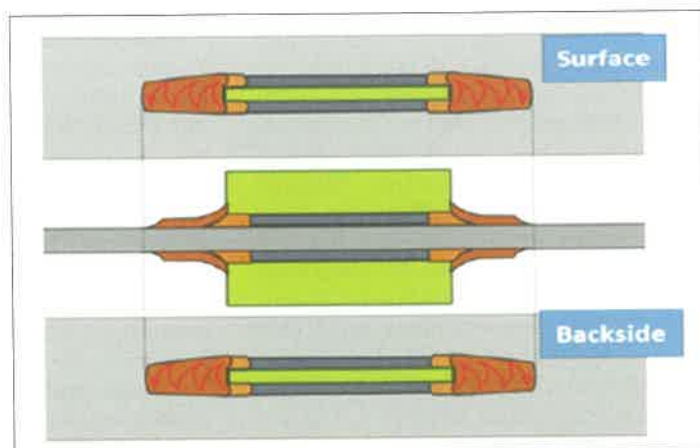
A meglévő maradó feszültség kezelési eljárások FFS előírásokat és szabványokat mutatja be, ezek fő jellemzőit:

- Konzervatív becslések maradék feszültség eloszlásokra
- Terhelés kontrollált feltételek K számításokra – túl konzervatívak lehetnek.

Bemutatja, milyen vizsgálatok vannak a repedés növekedés meghatározására a maradó feszültségi mezőknél:

- Elmozdulás és nyúlás vezérelt
- A maradó feszültségek újraeloszlása / relaxációja az egyre nagyobb repedés körül.

10. ábra Sarokvarrat túlnyújtott hegfördővel a front és a hátoldalon C, E, ER, F, FR és G típusnál



11. ábra. Csővezeték csomópont kialakítása

Foglalkozik azzal, hogyan számolhatjuk K értékét egy növekvő repedés esetén maradó feszültségi mező-

ben, maradó feszültség átrendeződése mellett?

*XIII-2579-15, IX-L-1140-15
Development of elongated bead
weld method for improvement of
fatigue properties in welded joints
of ship hull structure using low
transformation temperature welding
materials C. SHIGA et al; JP*

Hosszvarratokat vizsgál alacsony átalakulási hőmérsékletű (LTT) hozaganyagok alkalmazásával, a hegfürdő túlnyújtásával. A hegesztési módszert intenzívebb nyomó maradó feszültségek és a feszültség koncentráció csökkenése jellemzik. Előnye, hogy javítja a fáradási viselkedést a nagy szilárdságú acélok hegesztett kötéseinél, így a módszer hajótest szerkezeteknél is alkalmazható. Az overlay az elnyújtott LTT hegesztési varrat hagyományos sarkovarrat profiloknál a legalkalmasabb hegesztési eljárás a fáradási élettartam meghosszabbítására körülbelül hét-tíz szerez szorzóval. A számított eredmények jól egyeznek a kísérletekkel is.

*XV-1495-15, X-1823-15 Overview of
Weld Joint Strength Evaluation for
Multi-axial Pipe Structure,*

NAKATANI, Mitsuyoshi et al; JP
Évek óta tanulmányozzák a hegesztési szilárdság értékelését csővezetékek csomópontjainál. Modell teszteket, néhány kísérletet és elemzést végeztek, figyelembe véve a működési körülményeket. A kapott eredményei a következők:

- a varratoknál a torok vastagságot fíxen tartják.
- a hegesztett bi-axiális csövek szakítószilárdsága megfelel az alapanyagénak.
- a fázastó feszültség hegesztett bi-axiális csöveknél több mint 55 MPa és 730000 ciklus.
- többtengelyes csőszerkezetet szakítószilárdsága várhatóan megfelel a vonatkozó előírásoknak.
- kifejlesztettek egy számítási módszert, mely a maradó feszültségek el-

oszlását határozza meg a hegesztett csővezetékekénél.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka az OTKA T 109860 projekt támogatásával valósult meg, részben a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében.

A dokumentumok az <http://www.iiwelding.org/Pages/Default.aspx> oldalról letölthetők minden tagszervezetnél. Magyarországon a Magyar Hegesztési Egyesület az IIW tagja. A képzések és akkreditáció vonatkozásában pedig a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés, MHtE.

**Dr. Jármái Károly
egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, 3515
Miskolc, Egyetemváros*



JÄCKLE

JÄCKLE INVERTERES ÁRAMFORRÁSOK.
MEGBÍZHATÓ NÉMET MINŐSÉG!
MEGFIZETHETŐ ÁR!

KASAMAS

KASAMAS Hungária Kft.
H-7100 Szekszárd, Páskum u. 2.
Tel.: +36 74 410-748; Fax: +36 74 410-183
e-mail: kasamas@kasamas.hu
www.kasamas.hu

CSAPHEGESZTÉS

- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok:

Ismétlési pontosság: 0,2 mm

Hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc

Adagolás: kézi/automata

Asztalméretek: 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

Prém László* - Dr. Balogh András**

A szakaszos energiabevitelben rejlő lehetőségek kiaknázása nagyszilárdságú, ferrit-martensites duplex szövetségű autóiipari acélok ellenállás-ponthegesztésekor

A ferrit-martensites szövetségű, DP jelű nagyszilárdságú autóiipari acélok ellenállás-ponthegesztésekor abból kell kiindulni, hogy az acél kedvező tulajdonságait biztosító különleges heterogén szövetség az alakítási folyamat, az interkritikus hőmérsékletközben (Ac1 és Ac3 közötti) történő hőkezelés és a lehűtés célirányos kombinációjának eredménye. Ezért ezeknél az acéloknál a hőhatással szemben instabil kiinduló anyagállapotot még a hegesztést (vagy egyéb termikus technológiát) követő hőkezeléssel sem lehet visszaállítani. Kutatási projektünkben olyan ponthegesztési technológia kidolgozása volt a célunk, amely révén a ponthegesztett kötés teherbírása a lehető legjobban megközelíti a kiinduló alapanyag szilárdságát és energiaelnyelő képességét. A hegesztéstechnológia kidolgozásakor arra kell kiemelt figyelmet fordítani, hogy ezek az acélok szállítási állapotban jelentős mennyiségű martensitet tartalmaznak. Ponthegesztés közben az intenzíven hűtött bronzelektrodok, a rövid ideig ható koncentrált hőbevitel és a kis lemezvastagság miatt olyan nagy a hűlési sebesség, hogy a heglencse szinte minden esetben teljes egészében martensitessé alakul. Ezeknek a szállítási állapotú alapanyaghoz viszonyítottan nagy keménységű, irányított szerkezetű és ebből következően repedésre hajlamos kötéseknek a mechanikai tulajdonságait az autóiipari lágyacéloknál közismert és széles körben alkalmazott hagyományos módon nem lehet elérni, ezért az anyagszerkezeti változások figyelemmel kísérésére alapozott összetett technológia alkalmazására van szükség. Eddigi kutatásaink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az adott autóiipari anyagcsoportnál a legbiztosabb eredmények a szakaszos energiabevitelű hegesztéstechnika alkalmazásától várható.

A DP jelű acélok helye a konvencionális és korszerű autóiipari nagyszilárdságú acélok között

A vezető autógyárak a trendszerűen növekvő polimer és alumínium felhasználás mellett az alapvető szerkezeti anyagnak az acélt tekintik és ez az acél dominancia várhatóan hosszú időre fennmarad [1,2]. Az autóiipar a karosszériaelemek gyártásához a hidegalakíthatóság elsődleges követelményét fenntartva alapvetően kétféle acélkategóriát igényel: az életvédelmi szempontból lényeges töréssel szembeni ellenállás növelését biztosító korszerű nagyszilárdságú acélokat, amelyek alkalmazása nem mellesleg saját tömeg csökkenést és így környezetvédelmi előnyöket biztosító kisebb üzemi anyag fogyasztást eredményez és a hagyományos, kisszilárdságú acélokat, amelyekből az autók nagy felületű, hidegen alakított alkatrészei (motorház- és csomagtartófedél, tető- és ajtóburkolat) készülnek.

A nagyszilárdságú acélokat mikro-ötvtözött és/vagy gyengén ötvtözött, kis szénttartalmú és nagy tisztaságú acélösszetételűn valamilyen fémtani változásra vagy változásokra alapozottan fejlesztik, úgy, hogy az elsődleges alakíthatósági követelmény minél kevésbé károsodjon. A konvencionális

acéloknál a szakítószilárdság növelése az alakíthatóság (pl. szakadási nyúlás) csökkenésével jár. A szabályszerűséget a következő hiperbolikus függvény írja le:

$$A_{80} = \frac{k_m}{R_m} \quad (1)$$

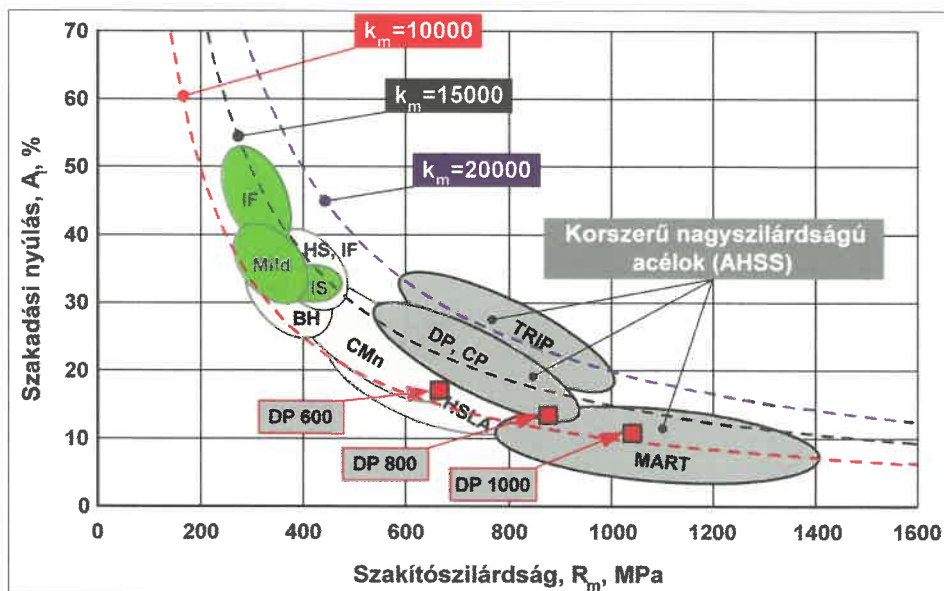
ahol: A_{80} , %: az acél 80 mm jeltávon mért szakadási nyúlása,
 k_m , MPa%: anyagkonstans,

R_m , MPa: szakítószilárdság.

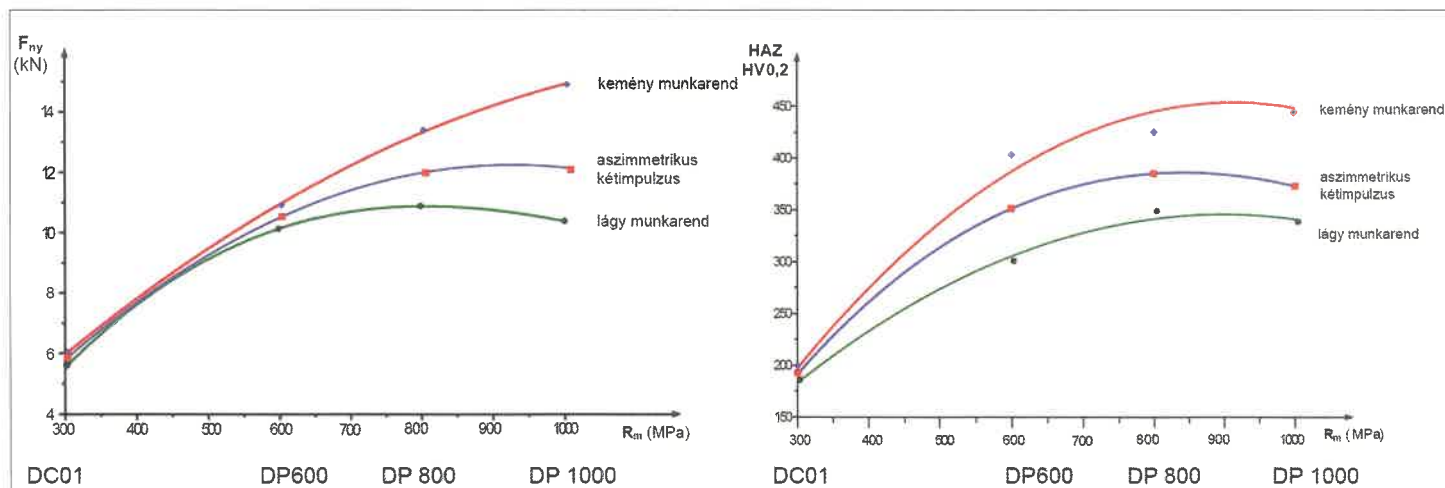
A konvencionális acéloknál az anyagkonstans átlagosan 10 000 MPa%-ra adódik (1. ábra).

A korszerű autóiipari acélok fejlesztésénél az anyagkonstans értékét igyekeznek megduplálni:

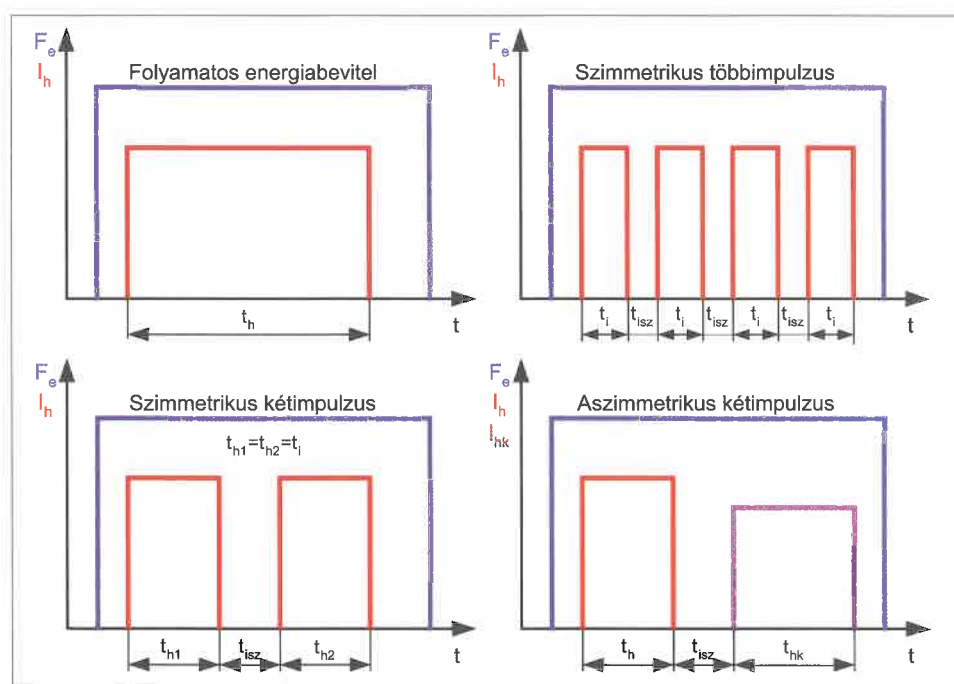
($k_m=20\,000$), sőt kissé utópisztikusan megnégyszerezni:
 ($k_m=40\,000$) [2,3].



1. ábra. A kísérleti DP acélok helye az autóiipar konvencionális és az első generációs korszerű nagyszilárdságú acéljai között



2. ábra. A folyamatos és szakaszos energiabevittel hegesztett kötések nyíró-szakító ereje és hőhatásövezetének keménysége a hegesztendő alapanyag szakítószilárdságának függvényében



3. ábra: Az ellenállás-ponthegesztés energiabeviteli módjainak értelmezése

A ferrit-martensites szövetű (az angol nyelvű szakirodalomban kissé helytelenül [3,4] *dual-phase*-nek titulált és ezért DP rövidítésű acélok névlegesen 600, 800 és 1000 MPa-os szakítószilárdsággal kaphatók. A DP 600-as acél felhasználási arányát tekintve máig vezető helyen található a személygépkocsik ütközési merevségét biztosító (nem burkolat funkciójú) alkatrészeinél.

A kiemelkedő fontossága miatt kutatómunkánkhoz választott DP 600, DP 800 és DP 1000 jelű acélokat jelképező négyzeteket az 1. ábrába berajzoltuk. Az ábra alapján jól látszik, hogy a saját méréseinkből számított anyagkonstanstok értéke (12500, 11950 és 11850 MPa%) az autópipa-

ri igényeket kielégíteni szándékozó acélgyártóknál megcélzott 15000-es, vagy a 20000-es anyagkonstanstól jóval elmarad.

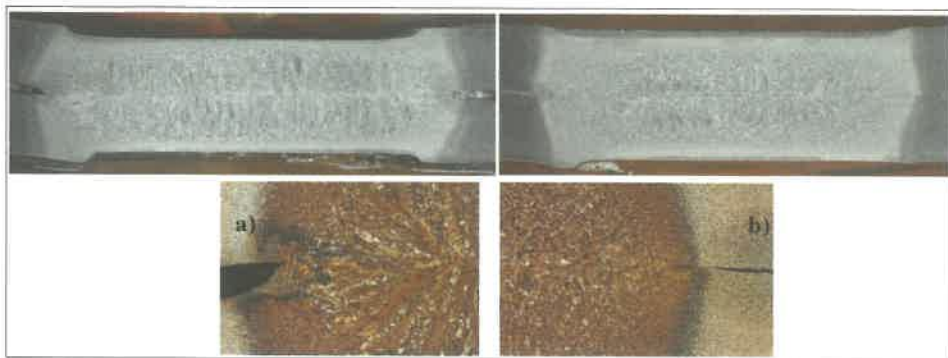
A különféle szilárdságcsoportokba tartozó autóiipari DP acélok folyamatos energiabevitelű ponthegesztésének tapasztalatai

Egy korábbi munkánkban már részletesen kifejtettük, hogy a DP acélsorozatra (DP 600, DP 800 és DP 1000) nagyobb fajlagos ellenállás és nagyobb melegsilárdság jellemző, mint a hagyományos lágyacélokra [3,4]. A mikroötvözők miatt a

DP acélokra egy, a ponthegesztéséhez hasonló rövid idejű hőhatás alatti megeresztésállóság is jellemző. A gyártóműi javaslatok [5,6] és irodalmi források [7,8,9] szerint ezen tulajdonságok következtében a DP acélok ponthegesztéséhez a lágyacélokhöz viszonyítottan mintegy 20...50%-kal nagyobb elektróderő és kb. 20%-kal hosszabb hegesztési idő alkalmazása ajánlott. A DP acélok ponthegesztésének előkísérleteinél az autóiipari alapacélnak számító DC01 jelű lágyacél folyamatos energiabevitelű ponthegesztéséhez optimalizált technológiai munkarendet vettük alapul [10].

A kutatási projekt keretében kemény munkarenddel (nagy áram, kis hegesztési idő) pontkötéseket készítettünk valamennyi általunk vizsgált anyagminőségen. Az elkészített kötések keménység-analízise során azt tapasztaltuk, hogy a DP 800 és DP 1000-es acél kötéseinek hőhatásövezete és a heglencséje beedződött, átlagos keménysége 450...500 HV közötti volt (2. ábra). Ezt követően lágy munkarenddel készítettünk újabb kötések, (általánosan elfogadott, hogy az edződésre hajlamos anyagokat ezzel, a hűlési sebességet csökkentő munkarenddel célszerű hegesztetni. Ez utóbbi esetben azt tapasztaltuk, hogy a hőhatásövezet keménysége 350...400 HV-re volt csökkenthető, azonban a heglencse keménysége továbbra is igen nagy maradt [11].

A lágy munkarenddel történő hegesztés csak kényszermegoldás, amelynél számos hátránnyal kell számolni. A legnagyobb gondot a megnövekedett ciklusidő okozza, amely egy néhány ezer pontkötést tartalmazó autótávaz (ún. *body in white*) gyártása so-



4. ábra. DP 600-as acél a) folyamatos energiabevittel és b) szimmetrikus kétimpulzusú szakaszos energiabevittel hegesztett pontkötései

rán a gyártó számára elfogadhatatlan. A lágy munkarendnél a ciklusidő növekedésén túl az elektródkopás felgyorsulásával, a heglencse durvább, ridegebb dendrites szerkezetével, nagyobb elektródbenyomódással, illetve a kötés teherviselő képességének csökkenésével is számolnunk kell. Azt feltételezzük, hogy a lágy munkarendre jellemző nagyobb hőbevitel hatására a martensit egy része megeresztődik, ami a kötések nyíró-szakító erejének csökkenését von(hat)ja maga után. Ennek igazolására a 2. ábrában összegyűjtött kísérleti eredményeinket mutatjuk be [11].

A különféle szilárdságcsoportokba tartozó autóiari DP acélok szakaszos energiabevitelű ponthegesztésének tapasztalatai

A hőhatásövezet és a heglencse keménységének mérséklése, valamint a heglencse mikroszerkezetének finomítása érdekében a különféle szilárdságú autóiari vékonylemezeket szakaszos energiabevittel hegesztettük.

Az ellenállás-hegesztőgépek korszerű vezérlői a folyamatos energiabevitel mellett többféle szakaszos energiabevitelre kínálnak technológia lehetőségeket (3. ábra).

Ezek közül elsőként a legrövidebb időtöbblettel járó kétimpulzusokat célszerű számításba venni. Az egyik lehetséges hegesztési mód szerint a hegesztési fődőben, két azonos idejű és áramerősségű impulzussal történik az energiabevitel: ez a szimmetrikus kétimpulzus. A másik módban egy hegesztési energiaimpulzust és ezt követő, az előzőtől áramerősségben és időben is különböző hőkezelő energiaimpulzust alkalmaznak, ezt nevezik aszimmetrikus kétimpulzusnak. A

szakaszos energiabevitel vizsgálata során mindkét típusú kétimpulzussal készítettünk kötéseket.

Az aszimmetrikus kétimpulzussal készített kötések esetében azt tapasztaltuk, hogy a hőhatásövezet keménysége jelentősen mérsékelhető, és ennek ellenére a kötések terhelhetősége mégis kedvezőbb, mint lágy munkarend esetén (lásd a 2. ábrát). Hátrányt jelent azonban a ciklusidő növekedése, és az is, hogy a heglencse szerkezete nem igazán finomítható.

Szimmetrikus kétimpulzus alkalmazása során arra a következtetésre jutottunk, hogy a hőhatásövezet és a heglencse keménysége egyaránt mérsékelhető, a heglencse szerkezete, a dendritágak méretei jelentősen finomíthatóak, illetve az elektródbenyomódás is csökken. Kisebb hátrányként említhető meg, hogy a folyamatos energiabevitelhez képest mind a maximális pontátmérő, mind a maximális teherbíró-képesség néhány (jellemzően 5...10) %-kal csökkenhet. Erre mutat példát a 4. ábra.

Az elvégzett ponthegesztési előkísérletek eredményei alapján kijelenthető, hogy a folyamatos energiabevitelű kemény munkarenddel hegesztett kötések terhelhetősége az autóiari elvárásoknak egyes esetekben megfelelő lehet. A DP acélokból készülő, első sorban csak *statikus* igénybevételnek kitett alkatrészek sokpont-hegesztéséhez, ahol az elsődleges követelmény a minimális pontátmérő és/vagy a nyíró-szakító erő biztosítása, megfelelő megoldást jelenthet a célszerűen megválasztott folyamatos energiabevitelű technológia. Ezekben az esetekben azonban számolni kell azzal, hogy a heglencse és a hőhatásövezet egy része jelentősen felkeményedhet, a kialakuló helyi keménységcsúcsok ismétlődő, vagy egyszeri dinamikus igénybevétel esetén üzem közben re-

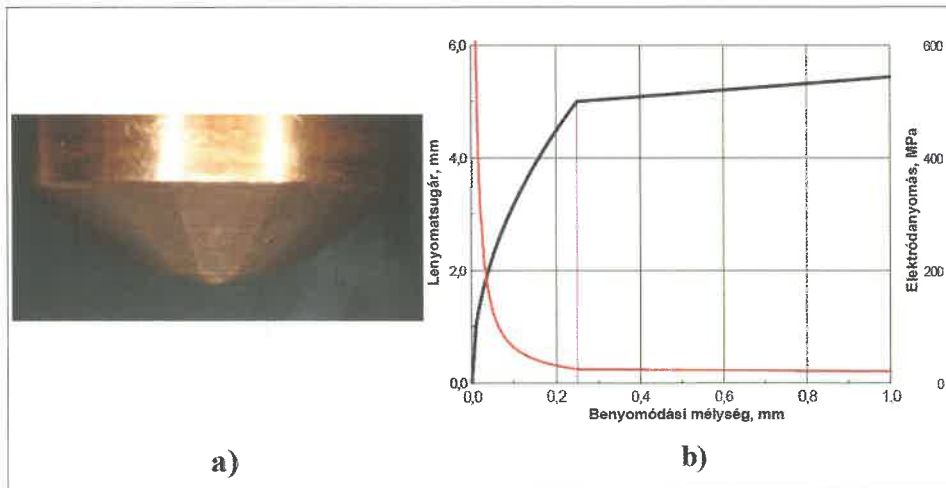
pedések kiinduló helyeivé válhatnak. Figyelembe véve az autókarosszériát érő komplex igénybevételt és a DP acélok nagy szilárdságából eredő előnyök minél biztonságosabb kihasználását, arra a következtetésre jutottunk, hogy a DP acélok ponthegesztési technológiájának tervezésekor a folyamatos energiabevitel helyett a sokoldalúan kedvezőbb eredményekkel kecsegtető szakaszos energiabevitelre célszerű alapozni.

Az optimális elektródtípus

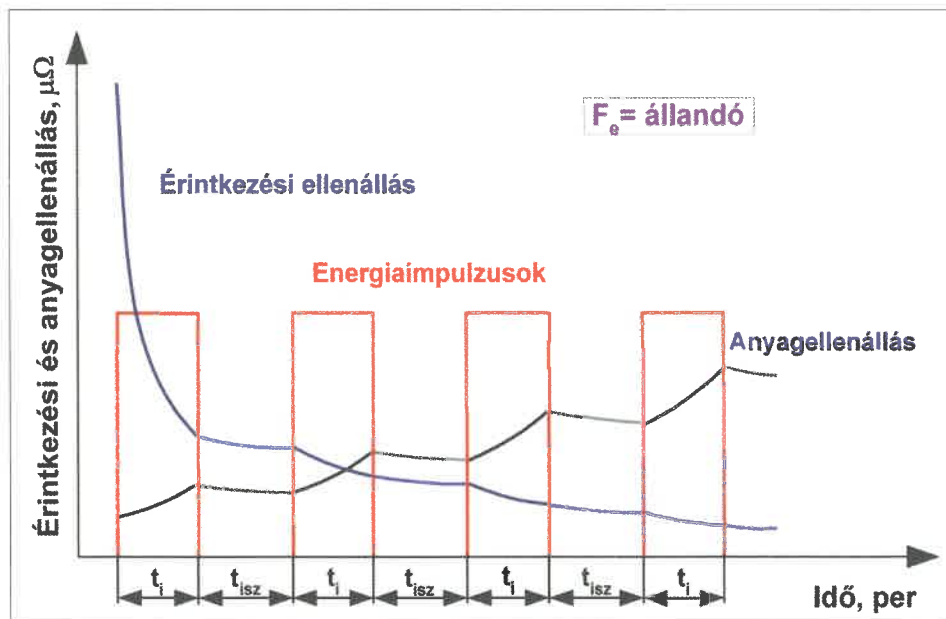
Az ellenállás-ponthegesztés három meghatározó, másképpen fogalmazva elsőrendű paraméterrel rendelkezik. A három közül közismert a hegesztőáram és a hegesztési idő, mint a hegesztési hőáramot és hegesztési energiát közvetlenül befolyásoló paraméterek. A harmadik meghatározó paraméternek, az elektróderőnek az ellenállás-hőforrásra gyakorolt hatása csak közvetett jellegű. Az elektróderőnek ugyanis erős befolyása van a szekunder kör dinamikusan változó átméleti ellenállásaira, rajtuk keresztül a Joule-féle hőforrás eredő ellenállására [12]. Adott lemezanyag esetében az eredő ellenállást az elektróderőn kívül az elektród további jellemzői (elektród anyaga, alakja, és geometriája) határozzák meg.

A nagyszilárdságú DP acélok hegesztéséhez a tapasztalatok szerint a kisebb szilárdságú alapanyagokhoz is jól bevált, univerzálisnak tekinthető, kiváló hő- és villamos vezetőképeségű, kopásálló Cu-Cr-Zr összetételű bronzelektródok megfelelnek [13]. Az elektródok várható élettartama az alapanyag szilárdságának növekedésével csökken, ezért megfontolásra javasoljuk a korszerű kompozit elektródok (Cu-W) alkalmazását. Saját tapasztalatunk szerint a DP 600-as acélon a Cu-Al₂O₃ diszperziós kompozit elektródtól (Nitrode) a nagyobb melegsilárdsága és főként megeresztésállósága miatt legalább kétszeres élettartam várható.

Az elektródgeometriák vonatkozásában leggyakrabban a csonkakúp, a félgömb és a gömb-kúp kialakítású elektródok használatosak. A csonkakúp végződésű elektródok alkalmazásának nagy előnye, hogy viszonylag nagy heglencse átmérő készíthető, hátránya azonban, hogy a nagyszilárdságú acélok ponthegesztése során alkalmazott nagyobb elektróderők mellett viszonylag gyorsan



5. ábra. a) a lenyomatsugár és b) állandó elektróderőhöz tartozó elektródnnyomás a benyomódási mélység függvényében az alkalmazott gömb-kúp elektródnál



6. ábra. A hőfejlődés szempontjából meghatározó jelentőségű ellenállások időbeli változása szakaszos energiabevitelű ponthegesztés esetén

kopnak, azaz a csonkakúp átmérője nőhet, kedvezőtlenebb esetben ellipszissé torzulhat, ami a hegesztés során aszimmetrikus heglencsét, és az optimális paramétertartomány elhagyása miatt elégtelen hegedést eredményezhet. A DP acélok csonkakúp elektróddal történő ponthegesztése esetén változatlan felületi nyomást biztosító elektróderő alkalmazása mellett a lágycélokknál megszokott méretekhez viszonyítottan az elektródatméret mérsékelt (mintegy 20%-os) növelése javasolható.

A gömb-kúp és a félgömb végződésű elektródok lényegében azonos tulajdonságokkal rendelkeznek. Az 5. ábra jól szemlélteti, hogy állandó elektróderő tartása mellett ezeknél az elektródnoknál a hevítéssel arányos benyo-

módás megnöveli az elektród-munkadarab érintkező felületét, ezért az elektródnnyomás folyamatosan csökken, a benyomódás lelassul, ezáltal pedig csökken a benyomódási mélység [14]. A gömbelektródok alkalmazásának további előnye, hogy az alsó és felső elektród tengelyének néhány fokos szögeltérését jól kiegyenlítik, illetve a gömbfelület miatt a geometriai átmenet az alapanyag és a heglencse között kedvező. A benyomódási mélységet az elektróderő mellett a lekerekítési sugár is jelentősen befolyásolja. Minél kisebb rádiuszú gömbelektródot alkalmazunk, azonos elektróderő mellett annál nagyobb elektródbenyomódással kell számolnunk. A gömbvégződésű elektródok alkalmazásának további hátránya, hogy a maximálisan

elérhető pontátmérő többnyire kisebb, mint a csonkakúp végűek esetében. Kísérleteink során az $s=1+1$ mm-es lemezzvastagsághoz legtöbb esetben Cu-Cr-Zr ötvözesű, R50-es lekerekítési sugarú gömb-kúp elektródot alkalmaztunk.

Az elektróderő növelése az átmeneti ellenállás mérséklésén keresztül a hőforrás teljesítményét is csökkenti, ezért az elektróderőt célszerű a jó érintkezéshez elégségesen alacsony értéken tartani. Ezzel ellentétben az elektróderőnek döntő befolyása van az olvadék körüli képlékeny zóna (más néven zárógyűrű) létrehozásában és fenntartásában, ami az olvadék kifröccsenését hivatott megakadályozni. A képlékeny zónát csak az áramerősséggel arányosan növekvő elektróderő képes létrehozni és fenntartani.

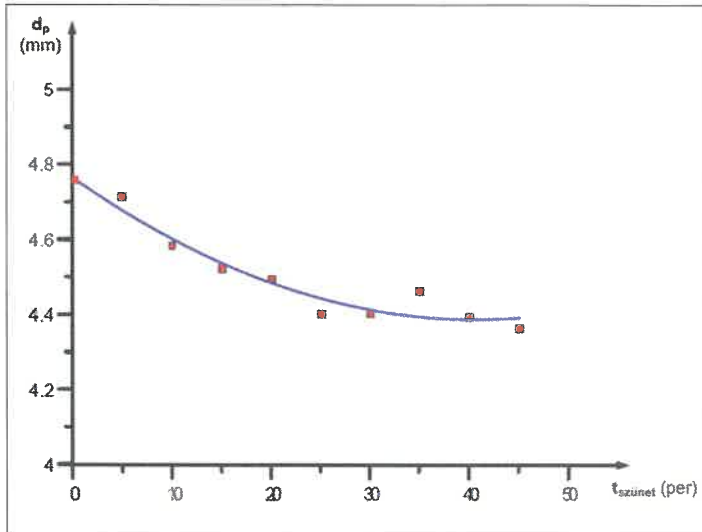
Az egymásnak ellentmondó követelmények közötti kompromisszumos megoldást a következő elv alkalmazásával találhatjuk meg: legyen az elektróderő legalább olyan nagyságú, hogy a kifröccsenést megakadályozó zárógyűrű létrejőjön, de még ne csökkenjen le a munkadarabok közötti (R6 jelű) érintkezési ellenállás olyan szintre, amely a hőforrás kezdeti teljesítményét túlzottan mérsékelné [13].

Ellenállás-ponthegesztés szakaszos energiabevitellel

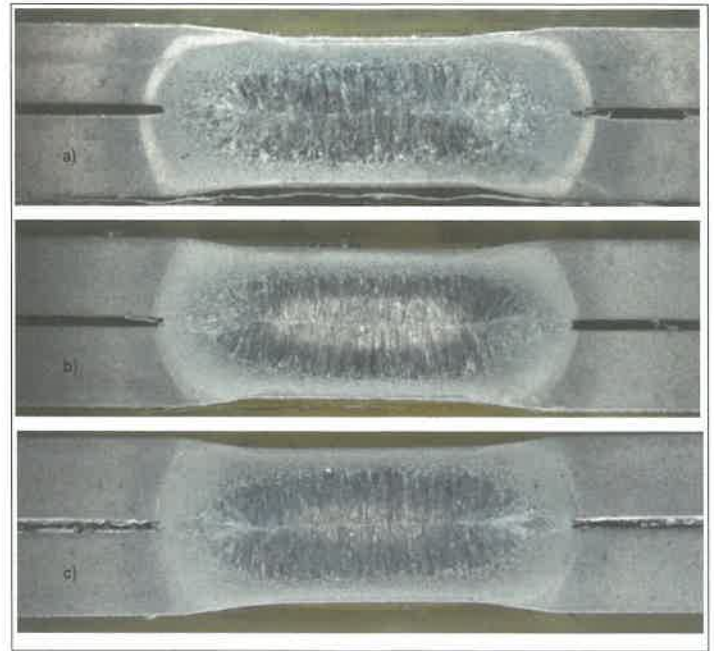
Az ellenállás-ponthegesztés hőforrásának jellegéből következik, hogy a munkadarabok hegesztéséhez szükséges hőenergia magában a hegeszteni-dő munkadarabban keletkezik. Ebből kifolyólag a szakaszos hőbevitelű eljárás és hatásmechanizmusa az ömlesztő hegesztéseknél ismert, nem folytonos hőbevitelű technikáktól alapvetően különbözni fog. A több lépcsőben történő energiabevitel és az egyes hőimpulzusok közötti szünetek nagysága biztosítja az anyagban keletkező hőmennyiség egyenletesebb eloszlását (6. ábra).

Ellenállás-ponthegesztés esetén a folyamatos és szakaszos energiabevitel különbözőségei a következőkben foglalhatók össze [10,15,16]:

- az áramimpulzusok időtartama általában rövidebb, mint a folyamatos hőbevitel áramfolyásának ideje (hegesztési idő),
- az áramimpulzusok között beállítható időtartamú szünetidők vannak,
- a rövidebb idő miatt az impulzusok maximális áramerőssége nagyobb



7. ábra. A pontátmérő csökkenése az impulzusok közötti szünetidő függvényében DP 1000 jelű acélnál



8. ábra. DP 1000-es acél a) folyamatos energiabevitelű ($t_{isz}=0$ per) és b) szimmetrikus kétimpulzussal ($t_{isz}=25$ per) ponthegesztett kötése c) szimmetrikus kétimpulzussal ($t_{isz}=35$ per) ponthegesztett kötése

lehet, mint a folyamatos áramnál ki-fröccsenést okozó áramerősség,

- az energiáimpulzusok száma változtatható,
- kettőnél több impulzus esetén az első és az utolsó hegesztő impulzus kismértékben különbözik a közbenső(k)től,
- az ún. hőkezelő impulzus különbözik az első és utolsó hegesztő impulzustól és különbözhet a közbenső hegesztési impulzus(ok)tól.

Folyamatos hevítéskor az idő függvényében változó érintkezési és anyagellenállások eredője szakaszos energiabevitelű hevítéskor megváltozik. A 6. ábra azt mutatja, hogy az ellenállások szakaszosan változnak, aszerint, hogy éppen áramimpulzus vagy szünetidő van soron. A hőmérséklet erőteljes növekedése miatt a hegesztési ciklusban az érintkezési ellenállások erőteljesen csökkennek, az anyagellenállások növekednek. Az áram kikapcsolásakor a hőenergia utánpótlása megszűnik, azonnali hűlési szakasz következik be (ezért nevezik a műhelyszargonban a szünetidőt *cooling time*-nak). A hűlés oka az energia hővezetéssel szabályozott szétterjedése az anyagban, illetve a vízzel hűtött bronzelektrodok hővezetése. A hűlési szakaszban az érintkezési ellenállás mérséklődése lelassul, az anyagellenállások kismértékben csökkennek.

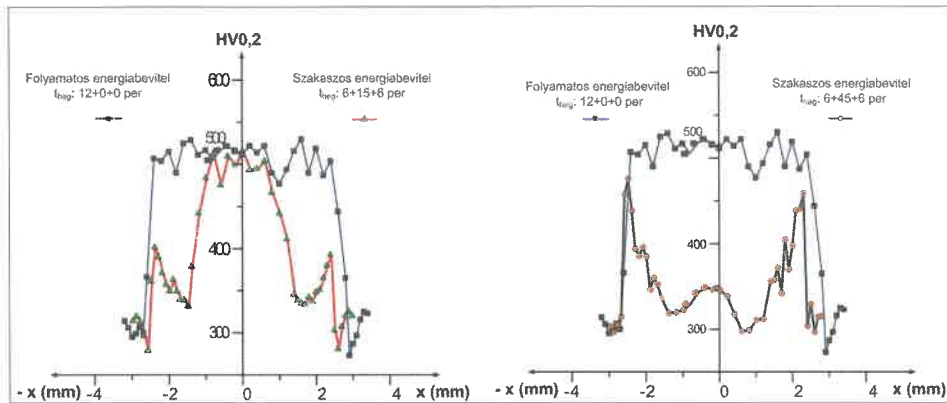
Folyamatos energiabevitelű ponthegesztés esetén a kívánt nagyságú hőenergia bevitele az anyagba egyszerre, szünet nélkül valósul meg. A hegesztőáram bekapcsolásakor az átfolyó áram hatására az anyag hőmér-

séklete gyorsan nő (a hevítési sebesség elérheti a néhány ezer °C/s-ot), egy meghatározott időpillanatban a munkadarabok közötti érintkezési felületen meghaladja a szolidusz hőmérsékletet és megolvad. A hevítési folyamat végére a megolvadt fém hőmérséklete általában 10...15%-kal haladja meg a likvidusz hőmérsékletet. Az áram kikapcsolásakor kezdődik az ömledék kristályosodása. A heglencsét határoló szilárd anyag hőmérséklete az olvadéktól távolodva rohamosan csökken, nagy a hőmérsékletgradiens, emiatt a heglencse gyorsan hűl, a kristályosodás sebessége a 50 mm/s-os nagyságot is elérheti [10,15,16].

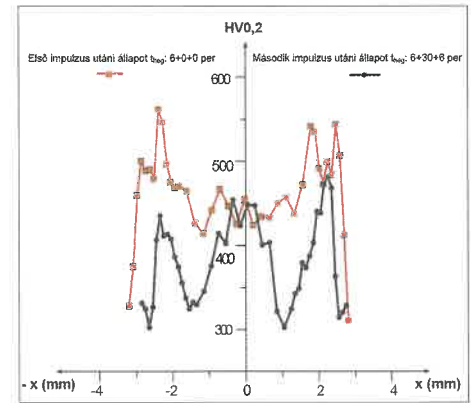
A több impulzussal megvalósított szakaszos hőbevitel esetén a lejátszódó folyamat a fent ismertetettől némiképp eltér. A hőbevitel több lépésben, adagokban történik. Az egyes hőimpulzusok között lehetőség nyílik az anyagban a hőelvezetésre, az olvadék hűlni-, az őt határoló szilárd anyag rész pedig melegezni tud, vagyis csökken a heglencse és a környező anyag rész közötti hőmérséklet-különbség, csökken a hőmérsékletgradiens. Az újabb hőadag(ok) bevitele során az olvadék egyre lassabban hűl, a vele közvetlen érintkezésben lévő szilárd anyag rész pedig tovább melegszik, míg eléri a szolidusz hőmérsékletét és megolvad, aminek következtében a folyadék fázis folyamatosan egyre nagyobb térfogatokra terjed ki [10,15,16].

A szakaszos energiabevittel végzett ellenállás-ponthegesztés során az impulzusok ideje alatt az ellenállásokon intenzívebben fejlődő hőmennyiség a szünetidők révén szélesebb zónában terül szét. A folyamatos energiabevittel összevetve a szakaszos energiabevitel sokkal jobban szabályozható, melynek további következménye a várhatóan kisebb elektrodbenyomódás és hosszabb elektródélettartam, továbbá az is igen lényeges, hogy a szakaszos energiabevitelű ponthegesztés során az állandó elektrodérintés esetére érvényes hegesztési áram-idő tartomány szélesedésével számolhatunk, ezzel összefüggően pedig a kifroccsenés határvonalát jelző szaggatott vonal jobbra tolódása várható [10,15,16].

A szakaszos energiabevitelű ellenállás-ponthegesztés előzőekben ismertetett lefolyása lehetőséget ad arra, hogy a nagyszilárdságú autóiipari DP acélok instabil és ezért hőhatásra érzékeny mikroszerkezetét a lehetőség szerinti legnagyobb mértékben kíméljük, illetve a hegesztés első fázisában elkerülhetetlenül létrejött kedvezőtlen anyagszerkezeti (kristályosodási, szemcseméret, szövetszerkezeti, stb.) változások negatív hatásait kedvező anyagszerkezeti változásokkal mérsékeljük. Ez a következtetés vezette a szerzőket arra, hogy a DP acélok (DP 600, DP 800 és DP 1000) esetében a szakaszos energiabevitel lehetőségeit



9. ábra. A DP 1000-es acél folyamatos energiabevitelrel ($t_{isz} = 0$ per), és 15 és 45 per impulzusközi szünetidejű szimmetrikus kétimpulzussal ponthegesztett kötéseinek keménységeloszlása



10. ábra. DP 1000-es acél pontkötésének keménységeloszlása az első és a második impulzus lehegesztése után

és a vele elérhető kedvező hatásokat részletesen vizsgálják.

Az impulzusok közötti szünetidő hatása a DP acélok pontkötéseinek minőségére

A ponthegesztés R_p eredő ellenállású hőforrásának energiáját a hegesztőáram négyzete és a hegesztési idő határozza meg, de a nagyszilárdságú acélok fázis- és szövetalakulásának folyamatából (CTT diagramok) következően a szakaszos energiabevitelű, szimmetrikus kétimpulzusú ponthegesztésénél a kialakuló kötés minőségére az impulzusok közötti szünetidő (hűlési idő) is alapvető befolyással bír.

Kísérleti úton megvizsgáltuk, hogy állandó egyéb körülmények mellett az impulzusközi szünetidő hogyan befolyásolja a ferrit-martensites alapszövetű DP acélok pontkötéseinek jellemzőit. A kísérletsorozat során az elektród anyaga és geometriája (Cu-Cr-Zr, R 50-es gömb-kúp elektród), az elektróderő ($F_e = 3\text{ kN}$), a hegesztőáram ($I_n = 5,7\text{ kA}$) és a hegesztési idő ($t_n = 12$ per) azonos volt. A különbséget az jelentette, hogy a két áramimpulzus közötti szünetidőt 0 per-ről 5 per lépcsőkben egészen 45 per-ig növeltük. Ez lényegében azt jelentette, hogy az első kötés, ahol az impulzusok közötti szünetidő még csak 0 per volt, egy folyamatos energiabevitelű 12 per idő-

vel, kemény munkarenddel hegesztett pontkötés volt. Ezt követően a 12 per hegesztési fődőt két 6 + 6 per idejű (vagyis szimmetrikus) áramimpulzusra osztottuk szét, ahol a két impulzus közé már 5 per szünetidőt is beiktattunk. A későbbiekben ezt a szünetidőt 5 per-onként egészen 45 per-ig növeltük.

A kapott eredmények az elméleti következtetéseknek megfelelően azt mutatták, hogy a szünetidő növekedésével a kötések pontátmérője és ezzel összefüggésben a nyíró-szakító ereje is csökken. Ez egyértelmű jelenség, hiszen a szünetidőben megszakad az áram folyása, az ellenálláshő vezetéssel szétterjed a munkadarabban, ezért azonos pontátmérőhöz és nyíró-szakító erőhöz a folyamatos energiabevitelhez képest növelt áramerősség beállítására lenne szükség. A csökkenő tendencia körülbelül 25 periódus szünetidőnél megáll, és a kötések pontátmérője nem csökken tovább. A 7. ábra elemzése során láthatjuk, hogy a kötések átmérője kb. 4,8 mm-ről 4,4 mm-re csökken. Makrociszolatok segítségével kísérletileg igazoltuk, hogy a 4,4 mm-es pontátmérő az első impulzus befejezése után létrejövő heglencse átmérője, a második impulzus már nem növeli a pontátmérőt, hanem a már meglévő lencsét olvasztja újra és kristályosítja át.

A kötések párhuzamosan elvégzett mikroszkópi vizsgálata és kemény-

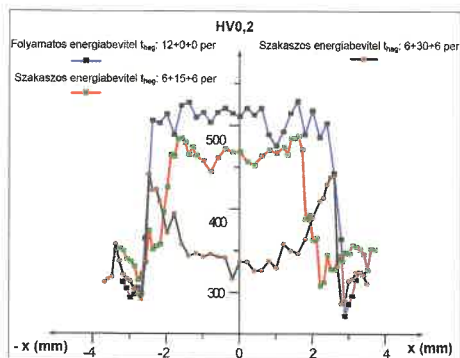
ségmérése érdekes jelenséget tárt fel. Azt tapasztaltuk, hogy $t_{isz} = 10...15$ per impulzusközi szünetidő alkalmazása esetén a heglencse külső (eredetileg dendrites) része gyűrű alakban poligonálisan átkristályosodik. Ez a gyűrű a szünetidő növelésével kívülről befelé haladva egyre inkább vastagodik. Az átkristályosodott gyűrű a ponthegesztett kötésnek viszonylag lágy, jó alakváltozó képességű része, keménysége jó közelítéssel egyezik az alapanyag keménységével, míg az át nem kristályosodott durva dendrites szerkezetű, belső mag keménysége 450 HV körüli marad, de még így is jelentősen kisebb keménységű, mint a folyamatos energiabevitelű hegesztett kötés kb. 500 HV-s keménysége. A 8. ábrán jól megfigyelhető az átkristályosodott gyűrű és a belső mag, illetve a gyűrű fokozatos kiszélesedése.

A szünetidő további növelésének hatására eltűnik a belső kemény mag, és kb. 40...45 periódus szünetidőnél a kötés teljes keresztmetszetében átkristályosodik. Érdekes változás, hogy ennek hatására a kötés közepének keménysége az alapanyagra jellemző keménységre csökken és a kötés szélein újra nagykeménységű szövet alakul ki. A 9. ábra erre mutat példát.

Annak érdekében, hogy az impulzustechnikával ponthegesztett kötések kedvező keménységeloszlásának kialakulásáról képet kaphassunk, pontkötéseket készítettünk olyan folyamatos energiabevitelű paraméterkombinációval, amelynél a hegesztési fődő megegyezett az első impulzus hegesztési idejével. A kísérletekkel információt nyerhettünk a kötés első impulzus utáni állapotáról, és ezt összehasonlíthattuk a második impulzus lehegesztése utáni, végleges állapottal. A 10. ábra azt mutatja, hogy az

Megnevezés	Folyamatos energiabevitel	Szakaszos energiabevitel		
Impulzusok száma	1	2	2	2
Imp.közi szünetidő: t_{isz} , per	0	15	30	45
Hegesztési idő: t_n , per	12	2*6	2*6	2*6
Hegesztőáram: I_n , kA	5,75	6,35	6,35	6,35
Elektróderő: F_e , kN	3	3	3	3

1. táblázat. Az elérhető legnagyobb nyíró-szakítóerőt eredményező kísérleti beállítások



11. ábra. Közel azonos pontátmérőjű és nyíró-szakító erejű folyamatos és szakaszos energiabevittel hegesztett egypont-kötések keménységeloszlása

első impulzus során kialakult heglencsében igen nagy keménységcsúcsok vannak, amelyek a második áramimpulzus hőkezelő hatására mintegy 100 HV-val csökkentek. A hőkezelő hatás a heglencse pereméről kiindulva a mag irányába halad, ezért az adott technológiai beállításnál a heglencse belsejében a keménység alig változik.

A szimmetrikus kétimpulzus hatása a DP acélok pontkötéseinek mechanikai jellemzőire

A DP acélokon végzett nagyszámú ponthegesztési kísérlet eredményei alapján kiválasztottuk azokat a paraméterkombinációkat (1. táblázat), amelyekkel mindkét energiabeviteli móddal a lehető legnagyobb nyíró-szakító erejű pontkötés készíthető. A nyíró-szakítóvizsgálat lefolyásából következik, hogy a pontkötés kigombolódásos szakadásánál mindig a hegpontról indul el a szakadás, ezért a kétféle energiabevittel készült, közel azonos lencseátmérőjű kötések maximális teherbírása között nincs (nem lehet) lényegi eltérés.

A ponthegesztést alkalmazó vállalatok gyakorlata és a ráépülő vállalati, egyesületi (pl. RWMA) és országos (MSZ, DIN), illetve nemzetközi (EN, ISO) szabványok egyszerű kivitelezhetősége miatt szinte mindig a nyíró-szakítóvizsgálatot részesítik előnyben. Szerzők elvetik ezt a leegyszerűsítő felfogást és helyette azt az álláspontot képviselik, hogy a ponthegesztett kötésekre ható sokféle igénybevétel-lel szembeni ellenállást csak különféle vizsgálati eljárások párhuzamos alkalmazásával lehet megállapítani. Ugyanez érvényes a technológiai variánsok összehasonlítására is, mivel a vizsgálatok és vizsgálati eredmények technológia-érzékenysége nagyon eltérő.



12. ábra. a) folyamatos energiabevittel hegesztett, részlegesen kigombolódott kereszt-szakító próbatest; b) szimmetrikus kétimpulzussal hegesztett, teljes mértékben kigombolódott kereszt-szakító próbatest

Az előző gondolatmenetet követve a maximális nyíró-szakítóerőt eredményező technológiai adatokkal (1. táblázat) hegesztett egypont-kötéseket a nyíró-szakító vizsgálat (MSZ EN ISO 14273, shear test) mellett kereszt-szakító (MSZ EN ISO 14272, cross-tension test) és felszakító vizsgálat (MSZ EN ISO 14270, peel test) is teszteltük. Az idézett szabványok által javasolt 11 elemű mintán végrehajtott vizsgálatok átlageredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A 2. táblázat eredményeit elemezve szembevetendő, hogy a pontkötések minősítésére leggyakrabban használt nyíró-szakító vizsgálat során a szimmetrikus kétimpulzussal készített kötések teherbíró képessége mintegy 3...5%-al (nagyjából a vizsgálat hibahatárával) elmarad a folyamatos energiabevitelű pontkötésektől. Ezzel szemben az impulzustechnikával hegesztett kötések kereszt-szakító ereje kb. 19...23%-kal, míg felszakító ereje 10...31%-kal (vagyis szignifikánsan) kedvezőbb, mint a folyamatos energiabevittel ponthegesztett kötéseké.

Az összehasonlító vizsgálatok eredményei alapján megállapítjuk, hogy a szakaszos energiabevittel hegesztett kötések kedvezőbb teherbírása



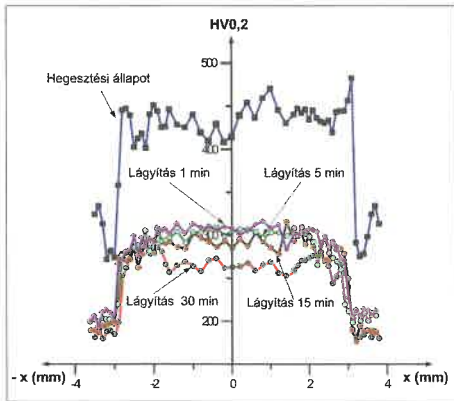
13. ábra. Folyamatos energiabevittel ponthegesztett kötés dendrites szerkezete hegesztési állapotban (a) és 30 min hőntartású szubkritikus lágyítás után (b). (Nagyítás: 16x; marószér: Nital)

és tönkremeneteli módja az előzőekben ismertetett második áramimpulzus hőkezelő hatása révén létrejövő előnyösebb mikroszerkezettel és vele összefüggő, a 11. ábrán bemutatott kedvezőbb keménységeloszlással magyarázható. Az ábra azt is szemléletesen mutatja, hogy a nagyszilárdságú acélok ponthegesztett kötéseinek keménységeloszlásának jellege és az eloszlás minimális, illetve maximális keménységértéke mennyire érzékeny az impulzusközi szünetidőre. Másnéppen fogalmazva azt is mondhatjuk, hogy a nagyszilárdságú acélok ponthegesztésekor az impulzusközi szünetidő (az ipari zsargon szerinti hűlésidő) elsőrendű paraméterre lép elő.

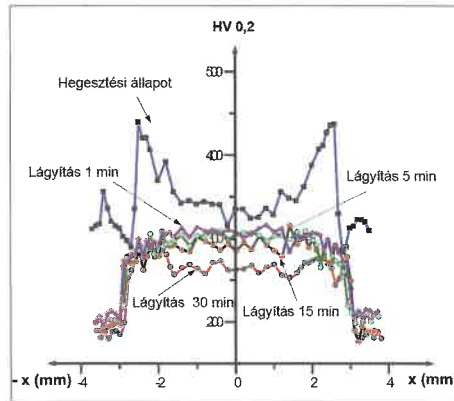
Az impulzustechnika alkalmazása a keménységeloszlás javítása mellett a kötések tönkremeneteli módját is befolyásolja. A 12. ábra jól illusztrálja, hogy a közel azonos nyíró-szakító erejű kötések közül a folyamatos energiabevittel készítették a nyíró-

Megnevezés	Folyamatos energiabevitel	Szakaszos energiabevitel		
Imp.közi szünetidő: t_{sz} , per	0	15	30	45
Nyíró-szakító erő: F_{ny} , kN	12,78	12,07	12,36	12,45
Kereszt-szakító erő: F_{ks} , kN	3,47	4,12	4,26	4,20
Felszakító erő: F_{fs} , kN	0,93	1,12	1,20	1,03

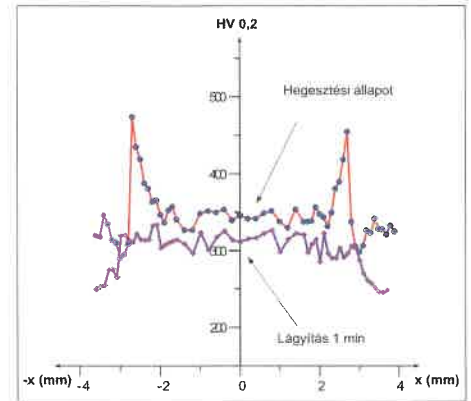
2. táblázat. A nyíró-szakító, a kereszt-szakító- és a felszakító vizsgálatok $N=11$ elemű mintaátlagainak összehasonlítása



14. ábra. Folyamatos energiabevittel hegesztett kötések keménységeloszlása hegesztési és különböző hőntartási idejű, szubkritikusan lágyított állapotban



15. ábra. Szimmetrikus kétimpulzussal készült kötés keménységeloszlásának összehasonlítása a folyamatos energiabevittel ponthegesztett, lágyított kötések keménységgörbéivel



16. ábra. Szimmetrikus háromimpulzussal készült kötés keménységeloszlásának összehasonlítása a folyamatos energiabevittel ponthegesztett, majd az interkritikus hőközben 1 min hőntartási idő után vízben hűtött kötés keménységgörbéjével

húzó erő hatására csak részlegesen gombolódtak ki (az MSZ EN ISO 14329 sz. szabvány szerinti *partial plug failure*), míg a szakaszos energiabevittel hegesztett kötés teljesen kigombolódtott (*plug failure*).

Vizsgálataink eredményei alapján összegzőként arra a következtetésre jutottunk, hogy a ferrit-martensites alapszövetű 600...1000 MPa szakítószilárdságú autóiipari DP acél vékonylemezeket olyan szakaszos energiabeveteli technológiával kell ponthegeszteni, hogy a hegesztés első fázisában kialakuló dendrites magot a második fázisban egy átkristályosodott, alacsonyabb keménységmaximumú és kedvezőbb törési tulajdonságokkal jellemezhető gyűrű vegye körül.

Az ellenállás-ponthegesztett kötések lágyító hőkezelése

A szimmetrikus kétimpulzusú szakaszos energiabevetellel végzett ellenállás-ponthegesztés második áramimpulzusának hőkezelő hatását lágyító hőkezelés kísérletek során vizsgáltuk. Azt feltételeztük, hogy a csiszolatokon megfigyelhető gyűrű hegesztés közben egy A1 hőmérsékletre közeli, vagy A1 és A3 hőmérsékletek közötti lágyító hőkezelésnek van kitéve. Kísérleteink során folyamatos energiabevetellel ponthegesztett kötésekkel hőkezeltünk. A hőkezelésre kerülő próbatestek hegesztéséhez azokat a paramétereket állítottuk be, amelyek szimmetrikus kétimpulzusú hegesztéskor az első impulzus hegesztése során alkalmaztunk (a hegesztési főidő és a hegesztési áram megegyezett az első impulzus hegesztési idejével és hegesztési áramával). A hegesztett kötések szubkritikus ($T_{ht} < A1$) és interkritikus

($A1 < T_{ht} < A3$) lágyításnak vetettük alá. A kemencében hőkezelt próbatestekből csiszolatokat készítettünk, amelyeken makro- és mikrovizsgálatokat, illetve keménységméréseket végeztünk. A kapott eredményeket a szimmetrikus kétimpulzussal hegesztett kötések makro- és mikroszkópi felvételeivel és keménységeloszlásával hasonlítottuk össze.

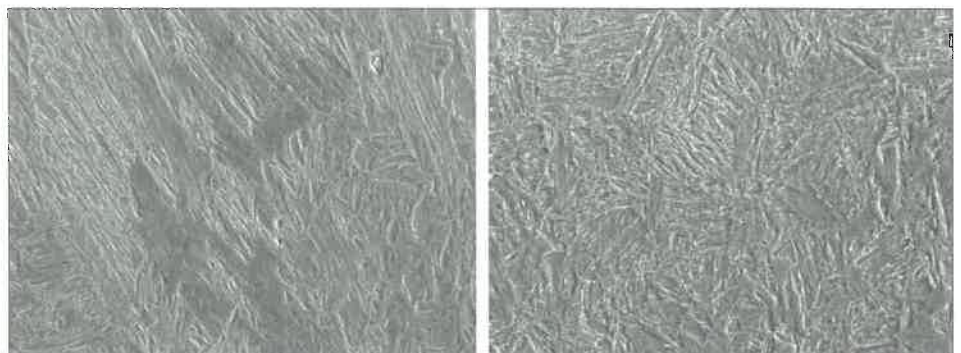
A szubkritikus lágyító hőkezelések elvégzésekor a folyamatos energiabevetellel hegesztett kötések $T_{ht} = 600$ °C-ra hevítettük fel, majd az egyes próbatesteket 1, 5, 15 és 30 min hőntartás után kemencével együtt hűtöttük le. A makrocsiszolatokon jól látható, hogy a kötések durva dendrites szerkezete nem változott (13. ábra). Ez az eredmény megfelel az előzetes várakozásainknak, mivel a lágyítás hőmérséklete a teljes hőkezelési ciklusban az A1 hőmérséklet alatt volt. A lágyító hőkezelés hatására azonban a kötések keménységeloszlásában jelentős változás következett be.

A 14. ábrán egy folyamatos energiabevetellel hegesztett kötés 400...480 HV tartományra kiterjedő kemény-

ségeloszlását, illetve ennek a kötésnek a különböző hőntartási idővel szubkritikus hőmérsékleten lágyított változatainak keménységeloszlását rajzoltuk meg. A keménységeloszlások összehasonlításából látható, hogy a kötés átlagos keménysége 250...320 HV értékre csökkent, a hőntartási idő növekedésével a keménység kismértékben tovább mérséklődött és a heglencse középső része is fokozatosan kilágylt.

A 15. ábra egy szimmetrikus kétimpulzussal ponthegesztett kötés keménységeloszlását, illetve az általunk vizsgált, különböző hőntartási idővel szubkritikusan hőkezelt kötések keménységeloszlását mutatja be. Jól látható, hogy az impulzustechnikával hegesztett kötés heglencséjének belső magja csak mintegy 20 – 30 HV-szel nagyobb keménységű, mint a 600 °C-on 1 – 5 min hőntartási idővel szubkritikusan lágyított próbatesteké.

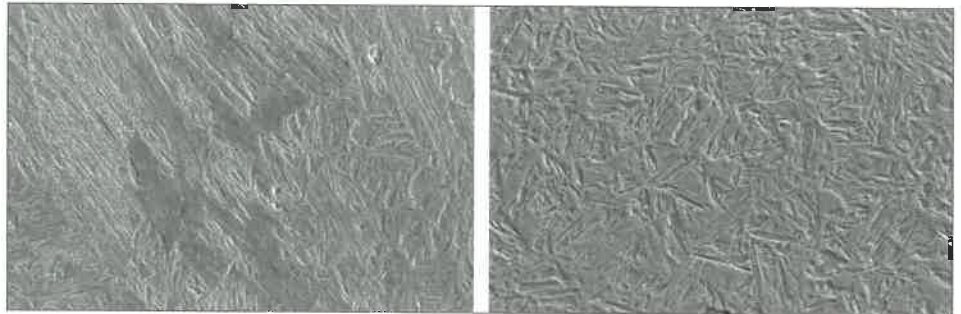
A szubkritikus izzítások eredményeinek ismeretében a szakaszos energiabevetellel hegesztett pontkö-



17. ábra. A dendrites heglencse és az átkristályosodott gyűrű elektronmikroszkópos felvétele. Alapanyag: DP1000, nagyítás: 1000x



18. ábra. Folyamatos energiabevittelrel hegesztett, majd homogén austenites állapotba hevített ponthegesztett kötés. Alapanyag: DP 1000. Nagyítás: 25x; marószerszer: Nital.



20. ábra. A dendrites és a poligonális heglencse mikroszerkezete. Alapanyag: DP1000, nagyítás: 1000x



19. ábra. Egy hagyományos, folyamatos energiabevittelrel hegesztett, dendrites szerkezetű pontkötés és egy többimpulzussal készített, finomszemcsés szerkezetű heglencse

téseket interkritikus izzítással lágyítottuk. A 16. ábra egy 780-800 °C-on 1 min ideig hőntartott, majd vízben hűtött próbadarab sugár menti keménységváltozását mutatja. A diagramba összehasonlító céllal be rajzoltuk egy olyan szimmetrikus háromimpulzussal hegesztett kötés keménységeloszlását is, amelynek hegesztett kötését (első impulzus) további két, egymást követő áramimpulzussal hőkezeltük.

A hőkezelési eredmények elemzése alapján arra következtethetünk, hogy a szakaszos energiabevitelű, szimmetrikus impulzusú ellenállás-ponthegesztés hőkezelő energiaimpulzusának hatására a kötés egyes részein, vagy teljes egészében olyan nagysebességű fémtani folyamatok mennek végbe, mint amelyek egy esetleges, kemén-

cében végzett lágyító hőkezelés során hosszabb idő alatt végbemennének (17. ábra). Ez a jelenség magyarázatot adhat az impulzustechnikával hegesztett kötések kedvezőbb keménységeloszlására és az ezzel szorosan összefüggő kedvezőbb tönkremeneteli módra és mechanikai tulajdonságokra.

A primeren kristályosodott heglencse dendrites szerkezetének módosítása

Az acélok ponthegesztésének egyik negatív kísérő jelensége, hogy (anyagminőségtől függetlenül) a kötés központi részén a hegesztésre jellemző hőközlési-hőelvonási és melegalakítási folyamatoknak köszönhetően a megolvasztott anyagterefogatból irányított, nagy keménységű, rideg primer dendrites struktúra jön létre. A struktúra hasonlatos a fémformába öntött acél kristályszerkezetéhez.

Az acélglyártás vagy az alakos acélöntés során létrejött dendrites szerkezetet nagy gyakorisággal normalizáló hőkezeléssel poligonálissá alakítják. Ezen analógiák alapján a dendrites heglencse átkristályosításától a kötés fontos tulajdonságainak lényegi javulása várható. Annak eldöntésére, hogy a hegesztés során létrejött heglencse dendrites szerkezete a hegesztési folyamatban poligonizálható-e, folyamatos energiabevittelrel ponthegesztett kötések 890...900 °C-on 1 min hőntartási idővel austenitesítettünk, majd vízben lehűtöttünk. A 18. ábra jól szemlélteti, hogy a ponthegesztett kötések primer dendrites szerkezete a heglencse austenites állapotba hevítésével megszüntethető és egyenletes, finomszemcsés szerkezet hozható létre.

A következő kutatási feladat annak eldöntése volt, hogy a hőkezelő berendezéssel szimulált poligonizáció a ponthegesztő-gépben technológiailag megvalósítható-e. A megoldás szaka-

szos energiabevitelre (impulzustechnikára) alkalmas hegesztőgépet és jól szabályozható, korszerű vezérlőegységet igényel. A hegesztő (heglencsét helyi olvasztással létrehozó) és a hegesztést követő hőkezelő (a heglencsét újraolvasztás nélkül átkristályosító) cikluselem segítségével lehetőségünk nyílik, hogy a pontkötések dendrites szerkezetét eltüntessük, a kötés teljes tömegét homogén austenites állapotba hevítsük és egy kvázi finomszemcsés szerkezetet hozunk létre. Ennek igazolására szolgál a 19. és a 20. ábra.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A /2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Összefoglalás

Az egyfelől alakíthatósági, szilárdsági és ezek eredőjeként energiaelnyelési, másfelől költségminimalizálási célokkal fejlesztett autóiipari nagyszilárdságú vékonylemezek hegesztésre való alkalmassága nem szerepelt az elsődleges fejlesztési célok között, ezért a hegesztésük a hagyományostól eltérő szemléletet, és fejlettebb hardverrel, illetve vezérlővel rendelkező ellenállás-hegesztőgépeket igényel. A 600 és 1000 MPa közötti szakítószilárdság tartományba eső, ferrit-martensites szövétű autóiipari DP acélokból hengerelt vékonylemezek ellenállás-ponthegesztéséhez az elvégzett széleskörű kutatómunka tapasztalatai alapján a következő szempontok mérlegelését ajánljuk.

- 1. A DP acélok előállításának technológiájuk (interkritikus hőközlésből szá-

bályozott hűtés és/vagy alakítás) következtében a stabil állapotól távol álló szövetszerkezettel rendelkeznek, ezért számottevő hőhatásra (melegalakítás, termikus vágás, keményforrasztás, hegesztés) szerkezetük a stabil állapot felé törekszik és ez a változás a feldolgozási technológiák területén irreverzibilis. A hegesztési hőhatás nemkívánatos szilárdságvesztéssel járó következményeinek mérséklése érdekében a DP acélból hidegen hengerelt vékonylemezeket csak rövid ideig tartó, intenzív hőbevitelnek szabad kitenni, következtésképpen kemény munkarendű ellenállás-hegesztéssel kell hegeszteni.

- 2. A DP acélok mikroötvözöttek, a nagyobb szilárdságúak mellett néhány% öszmenyiségben makroötvözőket is tartalmaznak. A kémiai összetételük következtében az összehasonlítható DC01...DC05 acélokhoz képest nagyobb melegsizilárdsággal és megeresztésállósággal rendelkeznek. A szükséges alakítási mérték létrehozásához ezért hegesztésükkor 20...30 %-kal megnövelt elektróderőre (sajtolóerőre) van szükség. A nagyobb sajtolóerőnek a Joule-féle hőforrasztásra gyakorolt kedvezőtlen hatása miatt az áramerősséget hasonló mértékben meg kell növelni. Azt prognosztizáljuk, hogy DP acélok hegesztésénél a közeljövőben megnövekszik a proporcionális szeleppel szerelt ellenállás-hegesztőgépek alkalmazása, vagyis a kisebb hevítési elektróderő után a további (többnyire árammentes) cikluselemekben egy nagyobb kovácsoló erő alkalmazása.
- 3. Minden szokásos autóiipari acél-fajta ellenállás-hegesztésekor a hőelvonás jellegéből következően a heglencse (varrat) irányított kristályosodással dendritesen dermed. A dendrites szerkezet mechanikai tulajdonságai (főként a szívóssága) meglehetősen rosszak, keménysége még az összehasonlítható DC01...DC05 acélokénál is legalább kétszerese az alapanyagénak. A dendrites varrat okozta problémákhoz a ferrit-martensites DP acélokénál a szövet-szerkezetből adódó fokozott edződési hajlam is hozzájárul. A dendrites kristályszerkezet hőkezeléssel poligonálissá alakítható. Ezt az átalakítást a szakaszos energiabevitelű hegesztéstechnológiában rejlő szabályozási lehetőségeket kihasználó munkarenddel részben, vagy teljes egészében a DP acélok ellenállás-

ponthegeztésénél is el lehet érni. Kísérleti úton bizonyítottuk, hogy a dendrites varrat poligonálissá alakulása a lencse kerületéről kiindulva a lencse magja felé, vagyis kívülről befelé haladva megy végbe. A személygépkocsik pontkötéseinek és az ezt modellező vizsgáló-eljárások próbaestjeinek igénybevételének elemzéséből arra következtetünk, hogy a teljesen poligonális heglencse helyett elegendő egy meghatározott méretű finomszemcsés külső gyűrű jelenléte, ami a hegesztéstechnológiai feladatot egyszerűsíti.

- 4. A ferrit-martensites kiinduló szöve és a hegesztés közben kialakuló keménységcsúcsok a DP acélok fokozott keményedési (edződési) hajlamát igazolják. A nagy csúcsokkal rendelkező keménységeloszlások célirányos megváltoztatása és a maximális helyi keménységek csökkentése szakaszos energiabevitelű hegesztéssel megoldható. A kívánt cél az energiáimpulzusok többszöri ismétlése helyett legegyszerűbben a *szimmetrikus* vagy az *aszimmetrikus kétimpulzus* elnevezésű hegesztési munkarenddel érhető el, ezért a DP acélok ellenállás-ponthegeztéséhez perspektivikusan ezek valamelyikének alkalmazását javasoljuk.
- 5. A szakaszos energiabevitellel elérhető hevítési és hűlési ciklusok egymást követő többszöri alkalmazásával az adott acélkategória folyamatos hűtésre érvényes átalakítási diagramjával (CCT) követhető szövetszerkezeti változások hozhatók létre. Az újraolvasztást elkerülő, tisztán mikroszerkezeti változások közben tartásában és célirányos szabályozásában az impulzusközi szünetidőnek (hűlésidőnek) kitüntetett szerepe van.

Irodalomjegyzék

- [1]: Balogh, A., Prém, L.: Az acélminőség, a hidegalakítási mérték és a ponthegeztési technológia egymásra hatása, *Hegesztéstechnika*, 2013. (24. évf.) 1. sz. pp.: 41-47.
- [2]: Balogh, A., Gáspár M., Prém L.: A hegesztett szerkezetek konvencionális és korszerű nagyszilárdságú acéljainak rendszerezése és hegesztési nehézségei, *Gép*, 2013. (64. évf.) 8. sz. pp.: 7-12.
- [3]: Balogh, A., Prém, L.: Hagyományos és korszerű autóiipari acéllemezek ponthegeztetőségének vizsgálata,

Hegesztéstechnika, XXIV. (2013), 4. szám, pp. 41-49.

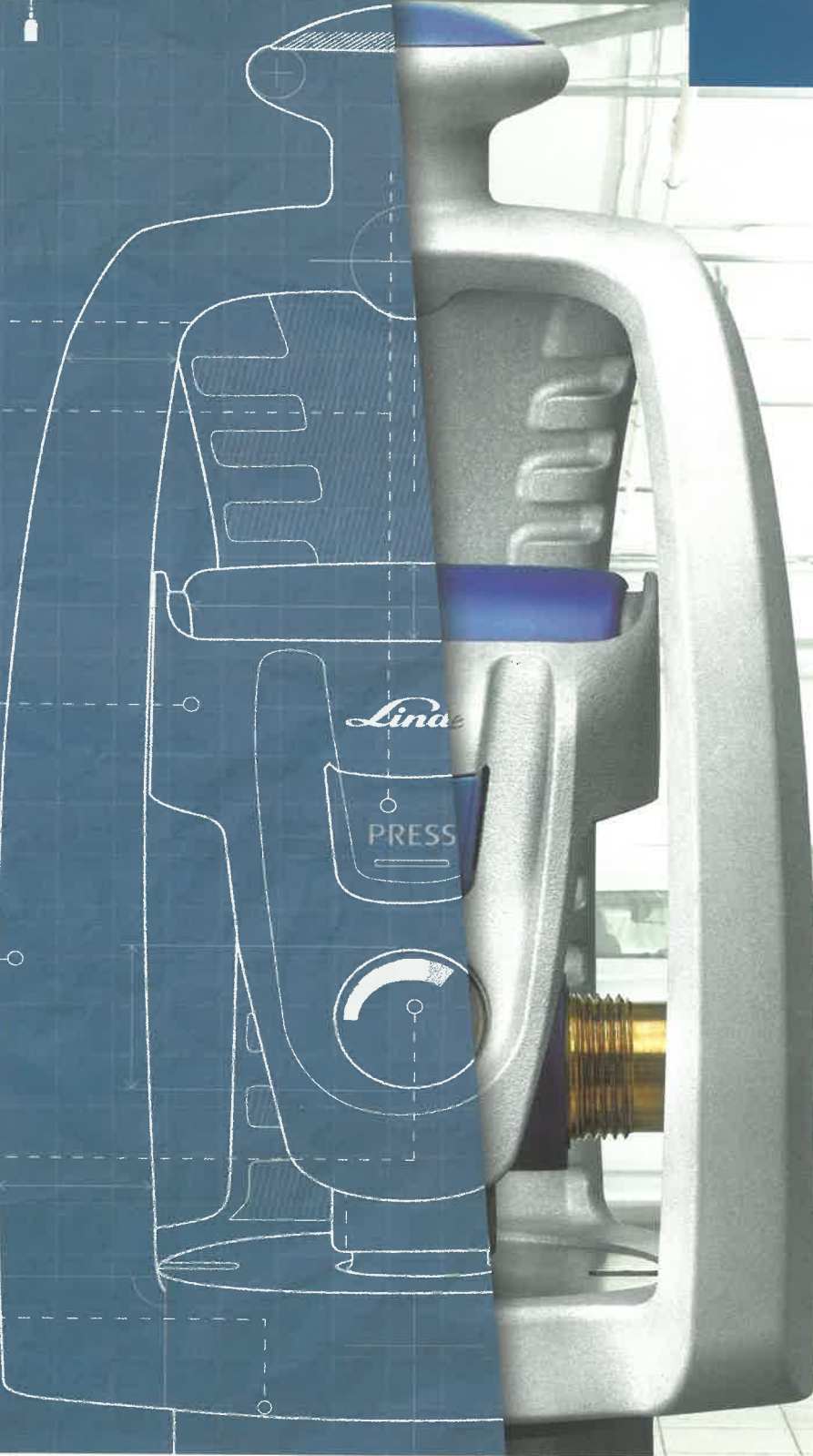
- [4]: Balogh, A., Prém L.: Ferrit-martensites (DP) acél vékonylemezek ellenállás-ponthegeztetősége, *Gép*, 2013. (64. évf.) 8. sz. pp.: 13-17.
- [5]: SSAB: Welding of AHSS/UHSS steel, A guide for the automotive industry.
- [6]: SSAB: Sheet Steel Joining Handbook, Joining of high strength steels.
- [7]: Kennet, O., Magnus, G., Jan-Erik, H., Joachim L.: Microalloyed High Strength, SSAB Swedish Steel, Pittsburgh, Pennsylvania.
- [8]: Tsipouridis, P.: Mechanical properties of Dual Phase steels, PhD dissertation, Technische Universität, München, 2006.
- [9]: Baltazar Hernandez, Y. Okita, Y. Zhou: Second Pulse Current in Resistance Spot Welded TRIP Steel — Effects on the Microstructure and Mechanical Behavior, *Welding Journal*, Vol. 91., pp. 278-285., 2012.
- [10]: Balogh, A., Lukács, J., Török, I.: Hegeztetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai, *Kutatás járműipari acél és alumíniumötvözet anyagokon*, Miskolci Egyetem, Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet, 2015.
- [11]: Prém, L.: A technológia befolyása nagyszilárdságú DP acélok ponthegeztett kötéseinek szerkezetére, 27. Hegeztési Konferencia, Budapest, Óbudai Egyetem, 2014. 05. 22-24.
- [12]: Balogh, A.: Ellenálláshegesztés (Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv 3.5. fejezete), GTE, Budapest, 2007. pp.: 261-298.
- [13]: Balogh, A., Sárvári, J., Schäffer, J., Tisza, M.: Mechanikai Technológiák, egyetemi tankönyv, Miskolci Egyetem, Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet, 2007.
- [14]: Juhász, D., Balogh, A.: Az ellenállás-ponthegeztés hegesztési munkatartománya, *Hegesztéstechnika*, XX. (2009), 4. szám, pp. 21-26.
- [15]: Juhász, D., Balogh, A.: Szakaszos hőbevitel következményeinek vizsgálata ellenállás-ponthegeztéskor, *Gép*, 62. évf. (2011), 4. szám, pp. 33-35.
- [16]: Balogh, A.: Szakaszosan változó energiabevitel ömlesztő- és sajtoló-hegesztéseknél, *Hegesztéstechnika*, XX. (2009), 1. szám, pp. 7-12.

*Prém László tanársegéd, Miskolci Egyetem, Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet,

**Dr. Balogh András egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet, XXVI. évfolyam 2015/3

THE LINDE GROUP

Linde



Bemutatkozik az EVOS™ Ci.

Tudjon többet, pazaroljon kevesebbet.

Könnyen, nyomásszabályozó nélkül ellenőrizheti a palackban lévő gáz mennyiségét.

Az EVOS Ci-nek, az első, töltöttségjelzővel ellátott, karos működtetésű szelepünknek köszönhetően időt és pénzt takaríthat meg.

Főbb jellemzők: 300 bar-os üzemi nyomás, jól látható kar és szelepvédő fogantyú.

Az EVOS Ci új mércét teremt a teljesítmény, a biztonságot és a kezelést illetően.

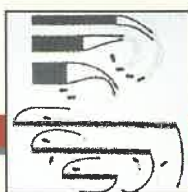
További információ: linde-gas.com/EVOS





WELDOTHERM®

HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.



WELDOTHERM HŐKEZELŐ BERENDEZÉSEK AZ ÖNÖK SZOLGÁLATÁBAN!

HELYSZÍNI HŐKEZELÉS PROGRAMVEZÉRELT, MOBIL BERENDEZÉSEINKKEL, AZ ÖNÖK IGÉNYEI SZERINT, CSŐVARRATOKTÓL KEZDVE A TÖBB TONNA TÖMEGŰ MUNKADARABOKIG.

PONTOS, MINŐSÉGI, IGÉNYEIKHEZ IGAZODÓ, TANÚSÍTOTT MUNKAVÉGZÉS.

GLÜHBESCHEINIGUNG / HŐKEZELÉSI TANÚSÍTVÁNY

- Die Wärmebehandlung erfolgte gemäß / A hőkezelési munka alapjául szolgál
- AD-Merkblatt HP7/1, April 1975, Wärmebehandlung allgemeine Grundsätze
 - KTA-Regelwerk, Fassung 10/79, KTA 3201.3, Abschnitt B, Wärmebehandlung
 - DIN 43710, Ausg. 9/77, Thermospannungen und Werkstoffe der Thermopaare

Hőkezelő berendezések, fűtőpaplanok, kábelek, hőelemvezetékek, szigetelő-hőálló anyagok, hőálló szövetek, pántoló szalagok, -kapcsok, pántoló fogók, tapintócsúcsos hőmérők, infravörös hőmérők, hőfokregisztráló berendezések, csaphegesztő berendezések értékesítése.

FRONIUS hegesztő berendezések képviselése, értékesítése

WELDOTHERM Kft. 8400 Ajka, Gyár út 40. Telefon/fax: 06-88/213-934, 213-935

E-mail: weldotherm@weldotherm.hu

Internet: <http://www.weldotherm.hu>

Dr. Gremesperger Géza*

Kockázat – hegesztés – minőség par excellence

A kockázat, mint valami furcsa sorsközvetítő él az emberi emlékezetben. Ezzel szemben kimondva vagy kimondatlanul valamennyi döntést, tényként kíséri a különböző szintű kockázat. Általában mindenkit foglalkoztat, hogy a különböző körülmények között bekövetkező esemény(ek) milyen eredményre, következményre jár(nak).

Ez az ősidőkben a jósdák működési területe volt. Mára tudományos alapú, rendszerbe és folyamatba foglalt, valamint a PDCA – elvvel kezelhető, különböző megbízhatóságú módszerekkel végzett megközelítés, egyik alkalmazott tudományág lett.

Talán elegendő itt megemlíteni, hogy a kockázattal kapcsolatos vizsgálódás része a modern vállalatvezetési módszereknek és a vállalati döntési folyamatoknak.

A fejlődés azonban itt nem állt meg és egyre inkább terjed a technológia területén is, nem hagyva ki a hegesztést és a hegesztett termékek gyártását sem.

A kockázattal, mint diszciplínával kapcsolatos alapvető információk ismerete a hegesztést koordinálók számára is lényegbe vágóan fontos. A kockázat a hegesztés területén is jelen van, de eredményes kezeléséhez alapvetően fontos a kockázat általános jellemzőinek és fogalmainak ismerete. Jelen áttekintés ezt tekinti céljának.

A klasszikus kockázatbecslés a legnagyobb mértékben a különböző biztonsággal összefüggésben terjedt el. Napjainkban a munkavédelemben is alkalmazzák. Ebben az esetben például a különböző kockázati tényezők meghatározásához azonos célú, de a gyakorlati igények miatt különböző tartalmú és formájú kérdőívek alkalmazása (kitöltése és értékelése) terjedt el.

A kockázatra irányuló vizsgálat és az értékelés alapja többnyire statisztikai alapokon nyugvó adatok gyűjtése, elemzése. Az értékeléshez valószínűségelméleti megfontolásokat is alkalmazhatnak.

Bizonyos események gyakoriságának és ezek következményeinek vizsgálata többnyire az események pontoszerű becslését eredményezi.

Ebbe a vizsgálatba be lehet vonni, ha elegendő hibaféleség (veszélyességi tényező) van pl. az FMEA (Failure

Mode and Effect Analysis – Hiba Mód és Hatás Elemzés) módszert és más hasonló eljárásokat is.[1]

A kockázat fogalma

A kockázat fogalmát a legtöbben – szinte ösztönösen - helyesen értelmezik. Célszerű azonban a továbbiak végett a kockázat fogalmának egységes értelmezésű bemutatása.

A téma rendszer- és folyamatelvű megközelítéséhez előzőleg még két szorosan kapcsolódó fogalmat a megbízhatóságot és a biztonságot is értelmezni kell, mivel a későbbiekben ezek implicit formában is jelen lesznek.

A megbízhatóság

Gyűjtőfogalom, az egyednek az a mennyiséggel jellemzett képessége, hogy az előírt funkciót, adott feltételek között, adott időszakon belül teljesíti.

Ez főleg a használhatóságra vonatkozik és az azt befolyásoló tényezők összhatását jelenti.

Így a működési időtartam alatti hibamentességet, a karbantarthatóságot és a karbantartás kivitelezése tervezéséhez bemenő adatot, stb-t is jelenti.

A biztonság

Valószínűség, amely meghatározott felhasználási időtartamra és körül-

ményre a veszélyeztetettséget kizáró olyan állapot, amelyben a sérülés vagy anyagi károsodás kockázatának szintje elfogadható.

Mi a kockázat?

A kockázat gyakorlati életből ismert fogalom, de több meghatározása is ismert, ezekből néhány:

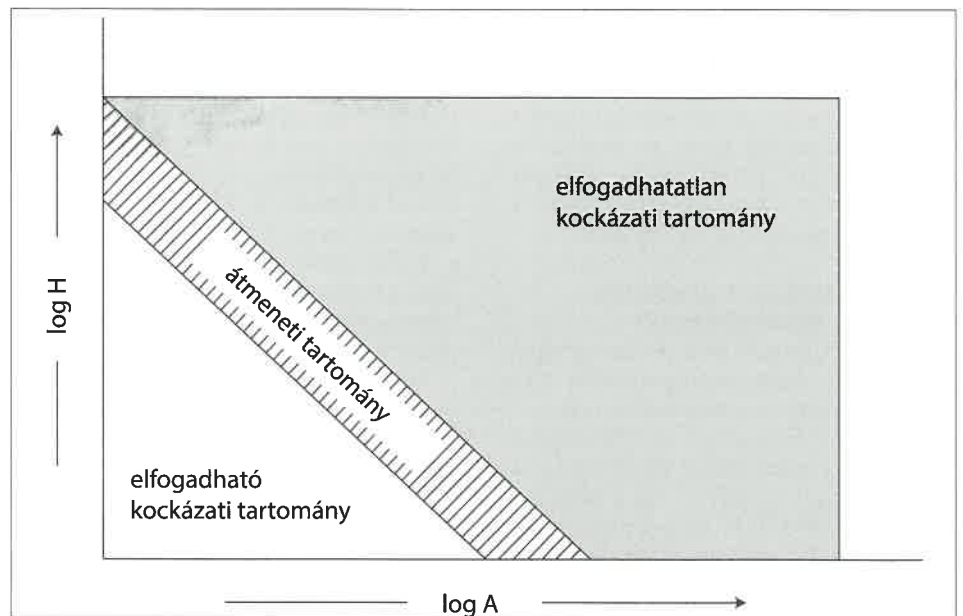
• a/ A több mint 100 éve kiadott lexikonban található definíció szerint a kockázat[2]:

– „risico – a vállalkozásnak az az eleme, mely a vállalkozónak cselekvő hatáskörén kívül esik, amelynek eredményes vagy káros volta rajta kívül álló eshetőségtől függ....

– a kockázat nagyságának megállapítása különösen a biztosításnak lényeges eleme, ahol a kockázat a bekövetkezendő kár, ill. annak nagyságát jelenti,

– a kockázat nagyságának és eshetőségeinek a kiszámítása csak ott lehetséges, ahol az események gyakran fordulnak elő s így a nagy számok törvénye alapján a valószínűség számításának kellő statisztikai alapja van...”

Ez a definíció mai foghalmainkat teljes mértékben átfogja, de vannak még más definíciók is.



A H – A kapcsolat - FARMER – diagram

- b/ magyar értelmező szótár: [3]
 - kockázat: veszély, veszedelem, tét, valamely cselekvéssel járó veszély, veszteség lehetősége,
 - kockázatos: bizonytalan, kétséges
 - kockáztat: veszélyeztet, hazardíroz,

Ezekkel bizonyos mértékig ellentmondó a szabványos értelmezés:

- c/ MSZ/T/ISO/DIS 9001:2014.-(3. fejezet 3.09 – alpont): [4]
 - a kockázat: a bizonytalanság hatása a várt eredményre,
- d/ MSZ ISO 31000:2015 [5]
 - a kockázat: a bizonytalanság hatása a célokra,
- e/ Kockázat - K: [1]
 - a kockázati tényezővel (K) jellemezhető az időegység alatt bekövetkezett nem kívánt esemény vagy ennek következménye:

$$K = H \times A, \text{ ahol}$$

H = gyakoriság: az események (Ei) átlaga osztva az időegységgel,

A = következmény: a következmény osztva az eseménnyel

A H – A kapcsolat - FARMER – diagram:

Ezen a síkon minden egyes pont egy diszkrét kockázatot jelöl.

A megbízhatósági határ:

$$K_{\text{tényleges rizikó}} < K_{\text{elfogadott rizikó}}$$

- f) Néhány további kockázatdefiníció:
 - „the effect of uncertainty on objectives” [6] (a bizonytalanság célokra gyakorolt hatása)
 - „the chance of something happening that will have an impact on objectives” [7] (annak a lehetősége, hogy olyan valami történik, ami hatással van a célokra)

A kockázat gyakorlati értelmezése: [7]

A kockázat az élet és a tevékenységek velejárája – tény, amely létezik, nem tagadható és nem kerülhető meg.

Az ebből levonható egyik következtetés, hogy a kockázat kifejezés értelmezése, amit korábban többnyire negatív értelmezéssel használtak, mára megváltozott, jobban mondva kiegészült. Ennek megfelelően használhatják mind a negatív, mind a pozitív értelmezésben.

Jól érzékelhető, hogy a kockázat mai meghatározása szerint különös összefüggés van a szervezet elérni kívánt céljai, azok megvalósulási lehetőségei és a különböző mértékű bizonytalan háttér, körülmények között.

A szervezet önálló elhatározással kijelölheti az elérni szándékozott céljait, de elérésük a külső és a belső befolyásoló tényezőktől függ. A körülmények még bonyolultabbak is lehetnek, mert ellenőrizhetetlen befolyásoló tényezők is felléphetnek.

Ezek mind bizonytalanságot keltenek és ezzel kockázatot. Az ilyen tényezők támogathatják, de fékezhetik is a vállalati célok elérését.

Néhány előírás korábban a kockázatot akut, hirtelen fellépő jelenségnek írta le. Ma inkább krónikusnak jellemzik, mivel a lassú folyamatokból is kialakulhat (pl. ilyen az éghajlatváltozás).

A kockázat értelmezésében megjelennek a következmények és a valószínűségek. A következmény a bekövetkezett történés eredménye. Ez lehet pozitív és negatív, de sok esetben lehet a személyes beállítódástól kiindul is, pl. az egyik vesztesége a másik nyeresége. Gyakori, hogy a kockázat mértékének meghatározásához együtt kezelik a következményeket és ezek valószínűségeit.

Ezen kívül még a szervezet céljaira gyakorolt hatást is figyelembe veszik, és valamennyi döntésnél számolnak vele (lásd MSZ ISO 31000- ben). A kockázat megállapított mértékétől is függ a tevékenységből származó későbbi eredmény, azaz a célok elérése, illetve ennek mértéke.

Ha a kockázatot helyesen értelmezzük és meg tudjuk állapítani keletkezésének okát és azt is, hogy milyen módon lehet befolyásolni, akkor ennek ismeretében olyan változtatásokat lehet tenni, amelyek helyesbítések és hozzá segítenek a célok gyors és határozott eléréséhez. Ezt nevezik kockázatkezelésnek. (risk treatment).

Mind ezek magyarázzák, hogy a kockázatmenedzsment része és szorosán kapcsolódik a változásmenedzsmenthez és a döntéshozatalhoz.

A kockázat értelmezését követően célszerű áttekinteni a kockázat azon jellemzőit, amelyek a menedzsment tevékenységhez kapcsolódnak.

A kockázatok kezelése – PDCA – elv alapján:

1/kockázat feltárás:

- hatás a termék és a folyamatok alapvető minőségi indikátoraira,

- hatás a teljes MIR működésére, az eredményességére és a hatékonyságára, – FMEA – alkalmazásával,
- a veszélyek feltárásával, pl. SWOT-elemzéssel, (SWOT jelentése: GyELV – gyengeségek, erősségek, lehetőségek és veszélyek elemzése)

2/döntés a célra vezető kockázatkezelő intézkedésekről és ezek alkalmazásáról,

3/a kockázatok beépítése a folyamatokba és az adott releváns rendszerbe,

4/a megtett intézkedések hatékonyságának folyamatos monitorozása, értékelni kell és szükség esetén beavatkozni,

5/a kockázatok kezelésére ajánlott a MIR – be illeszkedő kockázatkezelési eljárást fejleszteni és bevezetni.

A kockázatmenedzsment alkalmazásának néhány sajátossága:

- a/ kockázatalapú gondolkodás:
 - „a kockázat minőségi (kvalitatív) és a szervezet környezetétől függő, mennyiségi megfontolást jelent, a kapcsolódó formai követelményekkel együtt” [4],
 - a MIR-nek implicite mindig része volt a kockázatmenedzsment és, ezt támogatja az ISO 31000 is,
 - a MIR egyes folyamatainak kockázati szintje eltérő is lehet, és ezt kezelni kell.
- b/ kockázatalapú megközelítés: a szervezet értse meg a környezetét és ehhez határozza meg a kockázatokot és lehetőségeket, amelyekkel foglalkoznia kell, az előíró követelmények csökkentése lehetséges, de ezeket teljesítményalapú követelmények helyettesítik. [4]
- c/ egyidejűleg több és/vagy több jellegű (fajtájú) kockázat: az együttes hatás, mérték, megjelenési forma stb. igen nagymértékben eltérő lehet. Ezt rendszeren belül helyesen megválasztott módszerekkel kezelni kell, mert a szervezetet átfogó MIR nem zavarható. A nem kívánt hatás minimális is lehet, de törekedni kell az összemérhetősségre, az eredmények azonos bázisú összehasonlításra lehetőségének biztosítására, stb.

A kockázatmenedzsment alapjai [8]

A kockázattal kapcsolatos tevékenységek – amint erre az előzőek is utalnak - egyre gyakrabban épülnek be a minőségirányítási rendszerekbe és ezt

várhatóan az új kiadású ISO 9001:2015 is majd előírja.

Ezzel párhuzamosan az újabb törekvések igyekeznek a kockázatokkal kapcsolatos fogalmakat és tevékenységeket egyszerűsíteni.

Ehhez célszerű áttekinteni a kockázatmenedzsment jellemző folyamatait.

A kockázatmenedzsment folyamatának fontosabb fázisai:

- **a/környezet kijelölés** (körülhatárolás) (establishing the context):
 - ehhez az egyes külső és belső befolyásoló tényezőket kell számba venni.
 - Ez az első fázisa a kockázat meghatározásának, de ehhez még figyelembe kell venni az érdekelt felek elvárásait is.
 - Ezt a tevékenységet kommunikációs és/vagy konzultációs egyeztető lépésnek is nevezik.
 - A szervezet környezete (context of organisation): belső és külső tényezők és feltételek kombinációja, amelyek hatással vannak a szervezet termékeivel, szolgáltatásaival és befektetéseivel, valamint az érdekelt feleivel kapcsolatos megközelítésre. [3]
- **b/kockázatfelmérés** (risk assessment) összetevői:
 - **kockázatazonosítás** (risk identification): ez olyan szisztematikus folyamat alapú tevékenység, amely magában foglalja, hogy mi és hogyan történhet, továbbá választ ad a mikor és a miért kérdőszavakra is.
 - Az azonosítási folyamatot szervezeten kell végrehajtani. Ne az ismert kockázatokat vizsgálják, és kihagyják az „ismert ismeretleneket” vagy a „nem ismert ismeretleneket”, mert így ezek téves eredményekhez vezethetnek.
 - A kockázat azonosítása magában foglalhatja azokat az alkalmazott ellenőrzéseket, amelyek célja a következmények és ezek valószínűségének módosítása.
 - **kockázatelemzés** (risk analysis): minden egyes kockázat és következményei, valamint a következmények valószínűségének megértése. Ilyen pl. tudatában lenni az alkalmazott ellenőrzések hatékonyságának, és felismerni bármilyen ellenőrzési hiányosságot.
 - Ez a kockázatelemzés lényege és ide el kell jutni mielőtt a következtetéseket megállapítanák.

– A kockázat nagyságát (mértékét és szintjét) általában a jelen adottsági alapján határozzák meg, figyelembe véve a meglévő ellenőrzési eljárásokat, folyamatokat és ezek hatékonyságát.

– **kockázatértékelés** (risk evaluation): döntés, minden egyes kockázat-prioritási szintről, amelyhez azt a kritériumot alkalmazzák, amelyet a vállalati célok eléréséhez a kockázatmenedzsment első fázisában határoztak meg (lásd fentebb).

– A kockázatprioritás megállapítása fontosság szerint és költségelemzés alapján történik. Ez döntés arról, hogy a kockázatkezelés (risk treatment) megéri-e, illetve gazdaságos-e.

• **c/kockázatkezelés** (risk treatment): folyamat, amely arra szolgál, hogy a kockázat értékeléshez a meglévő ellenőrzéseket továbbfejlesszék, vagy új ellenőrző eljárásokat dolgozzanak ki és/vagy vezessenek be.

– Ha ezeket szakszerűen végzik, akkor a kockázatkezelés megbízhatónak értékelhető.

– Az ellenőrzések arra szolgálnak, hogy indokolt esetben a kockázatokat módosítsák és ezek úgy tekinthetők, mint amelyek a vállalati célok elérését szolgálják.

– A kockázatkezelés többnyire magába foglalja azokat a tevékenységeket, amelyek célja, hogy megváltoztassák a következmények valószínűségét vagy a következmények típusát és nagyságát (mértékét).

– A kockázatkezelés fontos célja, hogy csökkentse a negatív kockázatokat és erősítse a vállalat számára pozitív folyamatokat.

– A kockázatkezelés egyik fontos területe a kockázatranszfer (risk transfer). Ismert az a tény, hogy a kockázat nem ültethető át maradék nélkül úgy, hogy ezt egy másik kockázat kialakulása ne kísérné.

– A kockázatkezelést alapos költségelemzéssel célszerű kiegészíteni, majd dönteni a további intézkedésekről.

• **d/felügyelet és felülvizsgálat** (monitoring and review): ha a vállalat külső és a belső körülményei megváltoznak, akkor új kockázatok keletkezhetnek, vagy a már meglévők módosulnak.

– Az ellenőrzések mértékének, szintjének vizsgálatával általában meg-

állapítható, hogy ezek a kockázatok már elavultak-e, illetve már nem adekvátak, stb.

– Ezt a leghatékonyabban támogatja a rendszerbe foglalt folyamatos megfigyelés (monitorozás).

– Célszerű, ha van a vállalatnál egy felelős, aki ezt állandó figyelemmel kíséri.

– Ez a személy a „kockázatfelelős” (risk owner). Tevékenysége és a fejlesztés kapcsolata azt jelenti, hogy tudatosan kezelik a sikereket és a kudarccokat.

– A helyesbítéseket ennek megfelelően dokumentáltan, nyomon követhetően végzik.

– Tehát előnyös, ha van, aki a környezet változásait, kihatását figyeli (ez lehet a kockázatfelelős) és a belső intézkedések ezek nyomon követett eredményeit is tartalmazzák.

• **e/kockázatvállalási hajlandóság** (risk appetite):

az ISO/IEC GUIDE 73: 2009 – szerint:

– „the amount and type of risk that an organisation is prepared to pursue, retain or take” [6]

– „a kockázat azon típusa és mértéke, amely vállalására, viselésére, kezelésére a szervezet felkészült”.

A definíció világosan bemutatja, hogy itt két dologról van szó. Nevezetesen az egyik, hogy a szervezet meghatározza a kockázatok fajtáit és a másik, hogy a mértékét is annak, amit, mint kockázatot fel tud és/vagy fel kíván vállalni.

A kockázatvállalási hajlandóság, amikor a kockázat értékelést végzik, a követelményekben általában implicit formában jelen van.

A kockázatvállalási hajlandóság vállalati szintű meghatározása nehéz feladat, mert gyakran nincsenek tisztában a kockázat jelentésével, fogalmával, továbbá azzal sem, hogy a vállalati célkitűzéseket ez hogyan befolyásolná.

A helyzetet még bonyolítja, hogy időről - időre a körülmények is megváltoznak, de nem csak a külső körülmények, amihez igazodni célszerű, de a belsők is, pl. legfelső vezető csere stb.

A fent jelzett nehézségeket általában úgy oldják fel, hogy a kockázatvállalási hajlandóság helyett az esetről esetre meghatározott kockázati kritériumokat alkalmazzák, amelyeket már a kockázatmenedzsment eljárás során annak első fázisában meghatároztak.

Végül a kockázatvállalási hajlandóságot köznapi nyelvre lefordítva, tehát

azt jelenti, hogy meghatározzák azon kockázatok mértékét és fajtáit, amit a vállalat felvállal vagy nem.

• **f/kockázat tűrőképesség** (risk tolerance)

az ISO/IEC GUIDE 73: 2009 – szerint:

- „an organisation's or stakeholder's readiness to bear the risk after risk treatment in order to achieve its objectives” [6]
- “a szervezet vagy az érintett felek készsége, hogy a kockázatkezelés után viseljék a kockázatot azért, hogy a céljaikat elérjék.”
- A kockázat tűrőképesség a szervezet elhatározása.
- A kérdés, hogy elviseli-e vagy megakadályozza-e a kockázatot miután már elvégezték a kockázatkezelést. Ez utóbbi magában foglalja a költségelemzés bizonyos formai változatait, mint a kockázatelemzés olyan részét, amely eszköz ahhoz, hogy különbséget lehessen tenni a megválasztható opciók között.
- A kockázat tűrőképesség meghatározását célszerűbb a kockázattérkékelés keretei között, adott döntési folyamatban végrehajtani.

• **g/A gyakorlati tevékenységek:**

- A kockázat kezeléshez bevezetési tervet kell készíteni és számítani arra, hogy a gyakorlati megvalósítás hosszabb időt igényel.
- A bevezetési tervnek kapcsolódnia kell a vállalat stratégiai tervéhez, az üzleti tervéhez, a projektek terveihez, a kiadott vállalati és projekt célkitűzésekhez, valamint célszerűen illeszkedni a MIR - be.
- A bevezetés után általában évente két felügyeleti átvizsgálás szükséges. Az indok, hogy a folyó év során történt személyi, gyártást érintő és a projektekre vonatkozó, továbbá a szervezeti változások, stb. szükségessé teszik a kockázatok felülvizsgálatát és a szükség szerinti helyesbítést.

A kockázat kezelésére vonatkozó alapvető információk

1/„ISO MSZ 31000: 2015: Kockázatfelmérés és -kezelés. Alap- és irányelvek”: [a szabvány preambulumból]: [5]

Ez a nemzetközi szabvány a szervezetek teljes működési időtartama során, a tevékenységek széles körében alkalmazható, beleértve a stratégiaalkotást és döntéshozatali mechaniz-

must, működést, folyamatokat, funkciókat, projekteket, termékeket, szolgáltatásokat és eszközöket.

A nemzetközi szabvány akár pozitív, akár negatív kimenetelű, bármilyen típusú kockázat esetében alkalmazható.

Nem célja az egész szervezetre egyetemes kockázatfelmérés és kezelés alkalmazását előírni.

Ez a nemzetközi szabvány a jelenlegi és a jövőbeli szabványok kockázatfelmérési és kezelési folyamatainak összehangolására szolgál.

A szabványnak nem célja, hogy bármilyen tanúsítás alapjául szolgáljon.

Az MSZ ISO 31000:2015 szabvány vázlatos felépítése:

- 1/ alkalmazási terület,
- 2/ szakkifejezések és meghatározások,
- 3/ alapelvek,
- 4/ keretrendszer (a kockázatok felmérése és kezelése),
- 5/ folyamat,(kommunikáció, környezet kialakítás, kockázatfelmérés, kockázatkezelés, figyelemmel kísérés és átvizsgálás, feljegyzések készítése),
- A melléklet: A fejlett kockázatfelmérés és- kezelés jellemzői.

2/ ISO GUIDE 73: 2009 [6]

A kockázatfelmérésre és -kezelésre vonatkozó alap-; és irányelvekkel foglalkozik az preview ISO GUIDE 73: 2009 (Risk management – Vocabulary), a nemzetközi szabványt általában megelőző útmutató.

Az útmutató tartalmazza az alapvető szakkifejezések értelmezését.

Ez pedig elősegíti a kölcsönös és azonos szintű, valamint azonos mértékű megértést, valamint segíti az egyetemes megközelítést továbbá a kockázat azonos formai és nyelvi követelmények szerinti kezelését, eljárások megalkotását, azáltal hogy azonos kockázatmenedzsment értelmezésű kifejezéseket használ mind a folyamatokban, mind azon keretekben, rendszerekben, amelyek kockázatmenedzsmenttel foglalkoznak.

3/ MSZ/T/ISO/DIS 9001:2014 [4]

- megjelenése várhatóan 2015. őszre, ebben a tervezett 6. fejezet
- 6.1. alfejezetének címe lehet: „A kockázatokkal és lehetőségekkel kapcsolatos tevékenységek”.

4/ Kockázatmenedzsment a hegesztett szerkezetek gyártásában [9]

- EWF/IIW Különleges tanfolyam

- (EWF – 640 - 007 – átvizsgálva: 2007. júliusban.)
- Risk Management in Welding Fabrication / EWF/IIW - Special Course
- (EWF – 640 - 007 - approved: July 2007.)

A tanfolyam felépítése:

A tanfolyam két pilléren nyugszik ezek:

- a hegesztéstechnológia és gyártás – 121 tanóra (50 min/tanóra)
- kockázatmenedzsment a hegesztett szerkezetek gyártásában – 132 tanóra (50 min/tanóra).

A tanfolyami bemenetnél első elem a hegesztéstechnológia és gyártás.

Itt az IWE/EWE, IWT/EWT, IWI-C oklevelek birtokosainak esetenkénti elbírálással felmentés adható.

A záróvizsga körülményei általában követik az IWE/EWE vonatkozó egyéb előírásait.

A második pillér a hegesztés és a kockázat egymásra vonatkozó témakörei.

Kockázatmenedzsment a hegesztett szerkezetek gyártásában.

(EWF – 640 - 007 – átvizsgálva: 2007-ben.)

2. rész – Kockázatmenedzsment:

- 2.1. Technológiai innováció és kilátások, perspektívák,
- 2.2. Gazdaságosság,
- 2.3. Jogi és normatív vonatkozások,
- 2.4. Az EU irányelvek alkalmazása a hegesztett termék gyártásában,
- 2.5. Jogi és biztosítási szempontok, témák,
- 2.6. Üzemszervezés,
- 2.7. Menedzsment ellenőrzés,
- 2.8. Kockázatmenedzsment alapjai,
- 2.9. Kockázatmenedzsment kapcsolódva a szerződéses kötelezettségekhez,
- 2.10. Kockázatmenedzsment kapcsolódva a műszaki jogszabályi követelményekhez,
- 2.11. Biztosítási fedezet,
- 2.12. Esettanulmányok, példák.

Összefoglaló – befejezés

A kockázat, mint diszciplína alkalmazása különböző szakmai területen gyorsan terjed. Érdekes tény, hogy az ausztrál és az új-zélandi szabványosítás erre a témára már 2004-ben külön szabványt adott ki (az AS/NZS 4360-t).

Jelentős segítség, hogy a kockázati rendszer és folyamat nemzetközileg

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

azonos értelmezésre és alkalmazási lehetőségekre vonatkozó egységes előírások már önálló szabványban, a MSZ ISO 31000:2015 – ben megjelentek. Így a nemzetközileg azonos és helyes módszerek és értelmezések alkalmazhatók.

Erre példa, hogy várhatóan idén megjelenik az MSZ/T ISO/DIS 9001:2014. helyett a végleges változat és ebben pl. a 6.1. alfejezete címe várhatóan:

„A kockázatokkal és lehetőségekkel kapcsolatos tevékenységek”.

A szabványtervezet világosan előírja, hogy a minőségirányítási rendszerekben kifejezetten kezelni kell a kockázatok kérdését, témáit.

Ahhoz pedig, hogy szakmailag helyesen lehessen a hegesztést kísérő kockázatokat kezelni az IIW/ESWF külön a „Risk Management in Welding Fabrication” (ESWF-640-007 jelzetű) című és tartalmú képzést vezette be.

Ez tehát külön információs és tanfolyami anyag célzottan a hegesztés területén dolgozók részére.

A cél az, hogy a hegesztési művelet kísérő kockázatokat képesek legyenek helyesen kezelni és ennek eredményeként mind a gyártás önköltsége csökkenjen azáltal, hogy eltérések csökkennek, mind ezzel párhuzamosan a termelékenység pedig növekedjen.

Célszerű tehát megismerni a kockázatra vonatkozó a sajátos és nemzetközileg is elfogadott fogalmakat és ezen belül is különösen a kockázatalapú gondolkodási és megközelítési módot.

Irodalom

- [1] W. Massing: Handbuch der Qualitätssicherung, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, Wien. 1988 – p. 305, 331

- [2] Révai Nagy Lexikon – XI- kötet. Budapest. 1914.- p. 775.,
[3] Magyar értelmező szótár: - Akadémiai Kiadó – Bp. 2003,
[4] MSZ/T/ISO/DIS 9001:2014,
[5] MSZ ISO 31.000:2015,
[6] ISO GUIDE 73: 2009 – Risk management – Vocabulary,
[7] AS/NZS 4360:2004 – ausztrál és új-zélandi szabvány
[8] A simple Guide to Risk and its Management, Broadleaf Capital International PTY LTD. 23 Bettowynnd road Pymble, NSW 2073 Australia ABN 24 054 021 117,
[9] „Kockázat menedzsment a hegesztett szerkezetek gyártásában” Risk Management in Welding Fabrication EWF/IIW Special Course – EWF-640-007 - approved: July 2007. átvizsgálva/kiadva: 2007. júliusban.

*Dr. Gremesberger Géza, PhD



Soyer Magyarország Kft.

Alba Ipari Zóna
8000 Székesfehérvár Babér u. 14.
Tel: 22/504-427
info@soyer.hu
www.soyer.hu



Az újonnan épült csarnokban, lehetőség nyílik telepített KTS-1550 CNC munkaállomáson történő, **dokumentált minőségű bér munka** végzésére. Kérje, személyre szabott ajánlatunkat.

Három az egyben – ismét a szakma lejobbjá lettünk!

A Münchenben megtartott IHM 2014-en cégünk újra elnyerte a „**kézművesipar kiváló innovatív teljesítményének tartományi díját**”. A kitüntetést a kiállításon bemutatott **HesoMatic-9 berendezés** nyerte el.



Az új Soyer gyártmányú HesoMatic-9 típusú csaphegesztő berendezés egy úttörő találmány, amely egyesíti az áramforrást, a vezérlő berendezést és az adagoló egységet, mindezt egy készülékben, egy burkolati ház alatt. A 3–8 mm átmérőjű illetve 8–40 mm hosszúságú hegesztőcsapok illesztése így fele akkora helyigénnyel, és sokkal barátságosabb kezelés mellett lehetséges kiváló ár-értékben.





Alföldi
Kohászati és
Gépipari Zrt

H-5900 Orosháza Gyártelep út 8
Tel.: 06 68 510 410
www.akgrt.hu
akg@akgrt.hu

Vasúti acélöntvény-, és hegesztett szerkezet gyártás



Gyártható anyagminőségek:

MSZ, EN, ISO, ASTM, BS, UIC, UN
szabvány szerinti:

ötvözetlen-,

gyengén ötvözött-,

hidegszívós-,

melegszilárd-,

hő-, és korrózió álló acélok



Vasúti jármű részegység
gyártás EN 15085 szerint

Húzó-, nyomó rudak

Dobránszky János*, Kovács Dorina**

Szemlézés a rozsdamentes acélok hegesztésének európai kutatásaiból

1993-ban, Firenzében rendezték meg a rozsdamentes acélok első európai konferenciáját. Ezt követően háromévenként került rá sor: Düsseldorf, Chia Laguna, Párizs, Sevilla, Helsinki és Como után érkezett Grácba, ahol (első ízben) együttes konferenciaként rendezték meg az először 1990-ben, majd utoljára 2010-ben, egyaránt Beaune-ba összehívott, addig önálló konferenciasorozatként zajló, duplex rozsdamentes acélok konferenciájával. Ezek a 25 éve rendszeres konferenciák kiemelkedően fontos színterei voltak a rozsdamentes acélok fejlesztésével, hegesztésével és felhasználásával foglalkozó ipar és a tudományos kutatás bemutatkozásának. Minden konferencián kiemelt csoportot alkottak a hegesztéssel kapcsolatos előadások; így Grácban is. A 76 előadásból a következő 12-nek volt szorosan a tárgyköre a hegesztés – amelyek közül néhányat szemlélünk a továbbiakban azért, hogy a magyar olvasóközönség is bepillantást nyerjen a rozsdamentes acélok hegesztésével kapcsolatos európai kutatások új eredményeibe.

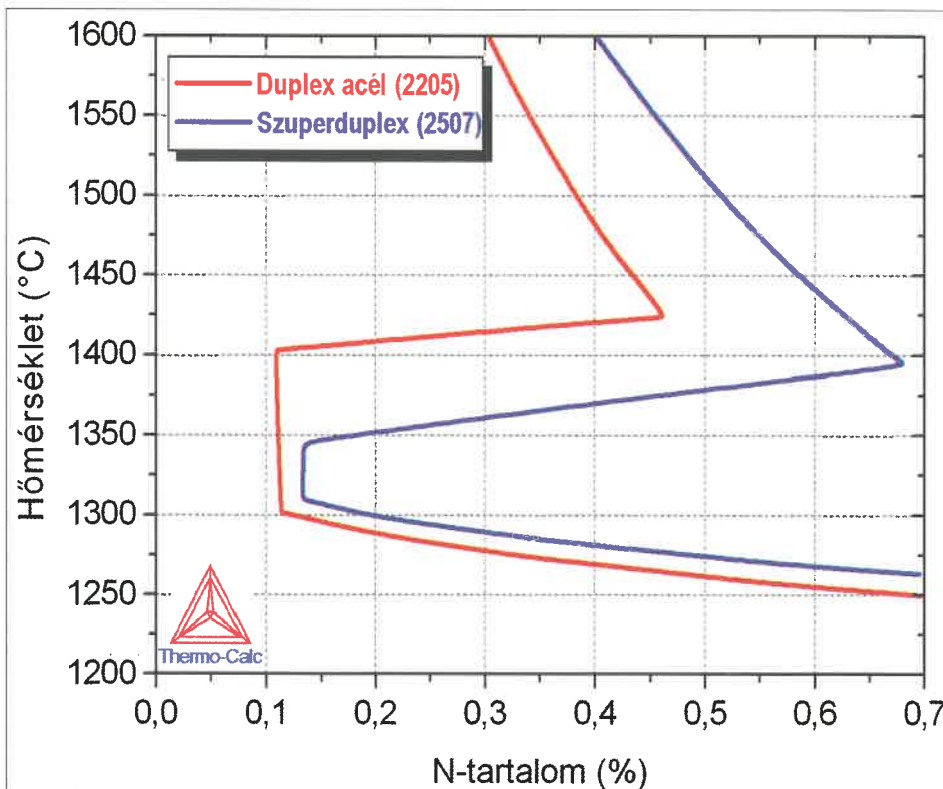
- Charles Jackson (Loughborough University): A tartós öregítés hatása az ausztenites acélok hozaganyag nélküli vegyes kötéseire.
- Philipp Flockerzi, Manuela Zinke, Sven Juttner (Otto von Guericke University Magdeburg): A porozitásképződés hatástényezői a szuperduplex acélok varrataiban.
- Severi Anttila, H-P. Heikkinen, Jukka Saynajakangas, David Porter (University of Oulu): Az ütőmunka

és a repedésképződés egyes ferrites acélok varrataiban.

- Andreas Richter (pro-beam AG & Co. KGaA): Duplex rozsdamentes acélok elektronsugaras hegesztése.
- Uwe Reisgen, Simon Olschok, Stefan Jakobs, Christoph Turner (RWTH Aachen University, ISF - Welding and Joining Institute): Duplex rozsdamentes acél vákuumban végzett lézersugaras hegesztése.
- Francesco Ciccomascolo, Elin M.

Westin, Ronald Schnitzer, Andrea Maderthoner (Voestalpine Böhler Welding Austria): Bizmutmentes rozsdamentes acél porbeles huzalok nagy hőmérsékleti alkalmazásokhoz.

- Dobránszky János, Lőrinc Zsuzsanna, Gyimesi Ferenc, Szigethy András, Bitay Enikő: Sovány duplex acélok és vegyes kötéseik lézersugaras hegesztése
- Dariusz Dyja, Marek Rybarz, Grzegorz Stradomski, Anna Januszka (Rybnik Engineering Center, Technical University of Czestochowa): A ferrites rozsdamentes acél hegesztőhuzal stabilizáló elemeinek hatása a varrat mikroszerkezeti és korróziós tulajdonságaira.
- Gianpaolo Orlando, Roberto Giannardi (Nitty-Gritty srl; Università di Modena e Reggio Emilia): A rozsdamentes acélok varratainak gyors és gazdaságos pácolása és innovatív felületkezelése.
- Bernadette Gsellmann, W. Huemer, Rudolf Vallant, Christof. Sommitsch (Graz University of Technology): Lineáris dörzshegesztéssel összekötött láncok korrózióállósága.
- Alice Orsi, Yassar Ghanimi, Norbert Enzinger Andritz AG, IWS, TU Graz): 1.4418 anyagú hegesztett lemezek szulfidos feszültségi korróziója.
- Romulo F. Moreno (Villares Metals): Szuperduplex VDF55W huzal kifejlesztése hegesztőhuzalokhoz.



1. ábra: A nitrogén oldhatóságának Thermo-Calc szimulációval számolt változása a hőmérséklettel (1. atm. nyomáson) duplex és szuperduplex rozsdamentes acélban [°]

A porozitásképződés hatástényezői [°]

Flockerzi és szerzőtársai a szuperduplex rozsdamentes acélok védőgázos ívhegesztése során bekövetkező porozitásképződés hatástényezőinek kutatásában elért új eredményeiket ismertették. A duplex acélok varratfémében a legalább 30% ausztenit biztosítása az egyik legfontosabb követelmény. A védőgázos hegesztéseknél erre jó lehetőséget kínál a nitrogén hozzáadása a védőgázhoz. A TIG-hegesztésnél egységes a szakirodalom a nitrogén-hozzáadás előnyösségéről, de a MIG-hegesztésre nézve eltérő álláspontokkal lehet találkozni. A nitrogén oldhatóságának csökke-



Védőgáz: 69,5Ar-30He-0,5CO₂, Huzal: 115 ppm oxigén, 2604 ppm nitrogén



Védőgáz: 69,5Ar-30He-0,5CO₂, Huzal: 23 ppm oxigén, 2608 ppm nitrogén

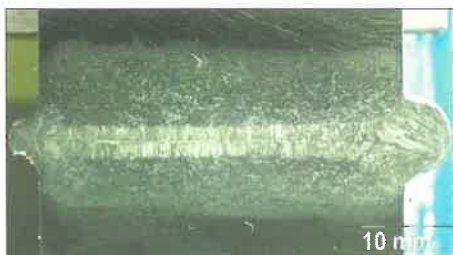
2. ábra: A varratfém röntgenképe kétféle huzal + védőgáz kombinációval hegesztett varratra [1]

nését szemléltető 1. ábra alapján a porozitásképződés veszélye nagy, és éppen emiatt egyes szerzők nem javasolják [2].

A kutatásban 1.4501 típusú szuperduplex acél porozitásképződési hajlámát vizsgálták, különféle adagokból származó (tehát kissé eltérő összetételű), G 25 9 4 N L típusú huzalelektrodával és különféle összetételű védőgázokkal hegesztve, impulzusos TIG- és MIG-eljárás alkalmazásával. A hegesztőhuzalok érdemlegesen csak az oxigéntartalomban tértek el (23–115 ppm), a N-tartalmuk 2340 és 2608 ppm között változott. Az ötféle védőgáz között volt egy- és négykomponensű is. A porozitás mértékét radiográfiai és metallográfiai vizsgálattal ellenőrizték. Két jellegzetes röntgenképet mutat a 2. ábra.

A kutatás eredményeinek értékelése alapján az alábbi fő tanulságok szűrhetők le:

- A szuperduplex acélok TIG-hegesztése során nem kell porozitásképződésre számítani, bármilyen védőgáz használata esetén sem. Ezzel szemben a MIG-hegesztés alkalmazásakor a porozitásképződési hajlam igen nagy. A semleges gáz használata elkerülhetővé teszi a porozitást, de minél nagyobb az aktív összetevők részaránya, annál inkább növekedni fog a porozitás mértéke.
- A huzalelektroda összetételének is rendkívül nagy a szerepe a porozitás



3. ábra: 1.4462 számjelű duplex acél 40 mm vastagságú lemez hegesztési varratának keresztmetszeti szövete képe [4]

kialakulásában: még a kis eltérések is (főleg az oldott gázok mennyiségében) is jelentősen eltérő eredményre vezetnek. A TIG-hegesztésnél nem észlelték sem az oxigén, sem a nitrogén porozitásképző hatását, míg a MIG-hegesztésnél egyértelmű a kapcsolat a varratfémekben oldott gázok mennyisége és a porozitás mértéke között.

Duplex rozsdamentes acélok elektronsugaras hegesztése [4]

Richter, az 1974 óta elektronsugaras berendezéseket gyártó *pro-beam AG* fejlesztőmérnöke az előadásában a 2205 típusú duplex rozsdamentes acélok elektronsugaras hegesztésével foglalkozott. Hangsúlyozta, hogy bár az elektronsugaras hegesztést is az ömlesztőhegesztési eljárások közé sorolták be, egészen más stratégiát kíván ennek az eljárásnak az alkalmazása a duplex acélokra, mint az ívhegesztési eljárásoknál megszokott.

A hegesztést két lépésben hajtják végre: az első lépésben a teljes varratvonalon elkészítenek egy „fűzővarratot”, nagyon kis energiájú sugárnyalábal, majd ezt követi a teljes átolvadású varrat. A 3. ábra erre mutat példát.

A kötést biztosító varrat tehát egyetlen varratsorból áll, így a rétegek közötti hőmérséklettel kapcsolatos előírás mellőzhető. Az 1.4462 típusú duplex acél sok nitrogént tartalmaz; az ebből adódóan fenyegető porozitási veszélyt a különösen gondosan meghatározott hegesztési sebesség tudja megszüntetni. A nyaláblengetési technika fokozza az ömledék és a kulcslyuk (amely ennél az eljárásnál egy szűk párolgási csatorna) dinamikai jellemzőit. A hegesztéstechnológiai változók helyes beállításával biztosítható a szükséges ferrit- és ausztenittartalom, így kivédhető a meleg- és a hidegrepedési veszély. Természetesen adódnak az elektronsugaras hegesztés általános előnyei:

- könnyű varrat-előkészítés
- nincs szükség hozaganyagra
- csekély alakváltozások és vetemedések

A relatív nagy hegesztési sebességgel végzett hegesztéssel túl nagy ferrittartalom alakulhat ki, s emellett a nitrogén egy része is távozik az ömledékből, amelyek együttes következménye a varrat elridegedése. A nitrogénvesztés megállapítására végzett kísérletek azt mutatták, hogy a nitrogénvesztés kissé nagyobb a kis hegesztési sebességek esetén, de a hosszabb ömledéklétidő és a lassabb lehűlés kedvez az ausztenitképződésnek, és csökkenti a porozitást. A varratra ráhegesztetni nem szabad, mert ez erős nitrogénvesztést és elridegedést okoz, valamint a korrózióállóságot is erősen rontja.

A nitrogénvesztés és a túlzott ferrittartalom kompenzálására több lehetőség is alkalmazható:

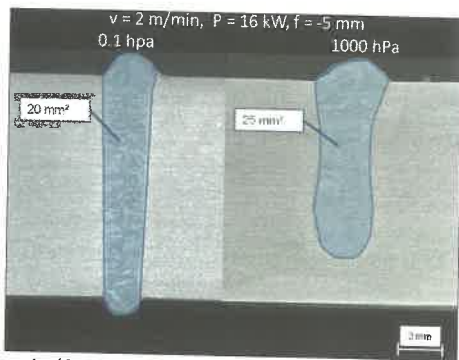
- oldó hőkezelés az elektronsugaras hegesztés után,
- nagy Ni-tartalmú hegesztőanyag hozzáadása hegesztés közben,
- előmelegítés.

Duplex acél lézersugaras hegesztése vákuumban [5]

Reisgen és szerzőtársai 10–30 mm vastag, 2205 és 2304 típusú duplex korrózióálló acél lemezeket hegesztett 0,001 hPa-os vákuumban, 16 kW-os tárcsaelézerrel. A lézersugaras hegesztés vákuumban való végzésének kifejlesztését az a szándék hajtotta, hogy a mélyvarratos hegesztés során a párolgási csatornában (kulcslyukban) képződő plazma mennyiségét csökkentsék, és ennek hatására növekedjék a lézersugár behatolási mélysége. Az ötvöztelen acélok hegesztésekor a behatolási mélység a kétszeresére nőtt, ha 0,1 hPa-os vákuumban történt a hegesztés.

A hegesztési kísérletekben azt vizsgálták, hogy az 1000 hPa-os normál nyomáson, illetve vákuumban miként változik a varratgeometria. A 4. ábra jól mutatja a különbségeket.

Összegzésképpen megállapították, hogy a vákuumban végzett lézersugaras hegesztés (rövidítése: LaVa) a duplex acéloknál 10 mm az a vastagság, amelyet jól lehet hegesztetni, de a hegesztési sebesség csökkentésével ez a vastagság növelhető, mégpedig annál inkább, minél kisebb nyomáson történik a hegesztés.



4. ábra: A varratgeometria 2205 típusú duplex acél lézersugaras hegesztésekor [5]



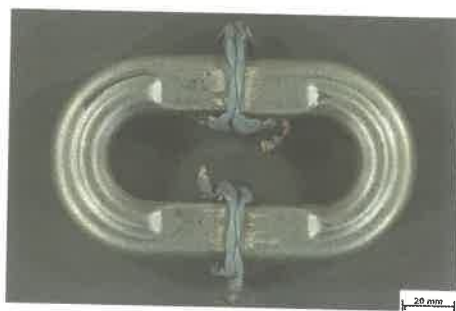
5. ábra: Salakleválási kísérlet egyrétegű és kétrétegű felrakóhegesztésnél [6]

Bizmutmentes porbeles huzalok [6]

Ciccomascolo és szerzőtársai a Böhler-hegesztőanyagok fejlesztésének egyik új eredményét ismertették. A jelenleg gyártott, ausztenites acél porbeles huzalok tartalmaznak egy kevés bizmuttrioxidot (Bi_2O_3), ami elősegíti a salakleválást (5. ábra) és a tiszta szegélyt, különösen a sarokvarratoknál. A varratfém kb. 0,02% Bi-t tartalmaz. A szakirodalomban olyan kutatási eredmények jelentek meg, amelyek a Bi káros hatására mutattak rá: kristályközi repedés és idő előtti kúszási károsodás a 650–750°C-on üzemelő berendezések varrtaiban, hegesztés utáni hőkezeléskor, szénacél felrakóhegesztésekor



6. ábra: 1.4509 típusú ferrites korrózióálló acél varratának keresztmetszete; a) 430LNb huzallal hegesztve, b) 430LNbTi huzallal hegesztve



7. ábra: Lineáris dörzshegesztéssel készített láncszem [8]

és öntvények javításakor. A bizmutnak e káros hatását felismerve olyan irányelveket adtak ki (AWS A5.22:2012 és API RP 582), amelyek a Bi mennyiségének maximumát 20 ppm-ben határozták meg a kritikus alkalmazások alapanyagainak hegesztőanyagaiban.

Az idézett szerzők által elvégzett nagyszabású összehasonlító kísérlet-sorozatban azt vizsgálták, hogy a hagyományos és a bizmutmentes ($\text{Bi} < 10$ ppm), AISI 347, 347H, 308H és 309L huzalok milyen hegesztési sajátosságokat mutatnak. A szobahőmérsékleten végzett szakítóvizsgálat szerint a varratfémek szilárdsága azonos, ám a Bi-mentes varratok nyúlása nagyobb, az ütőmunkában az eltérés pedig jelentősnek mondható (20% az eltérés). A 700°C-on – a hegesztést követő hőkezelés jellegzetes hőmérsékletén – végzett szakítóvizsgálat pedig a bizmu-

tos huzalok drámai nyúláscsökkenését mutatta meg (18% a 43%-kal szemben). A hőkezelés után végzett –196°C-os ütővizsgálatban a Bi-mentes huzallal hegesztett varratfémek ütőmunkája 41 J, a bizmutos varratoké pedig mindössze 12–14 J. Az új, 82Ar–18CO₂ védőgázra optimalizált, Bi-mentes huzalokkal elkerülhető az elridegedés, és a salakleválás is problémamentes abban az esetben is, ha tiszta CO₂ gázzal hegesztik a varratokat.

Stabilizált ferrites hegesztőhuzalok [7]

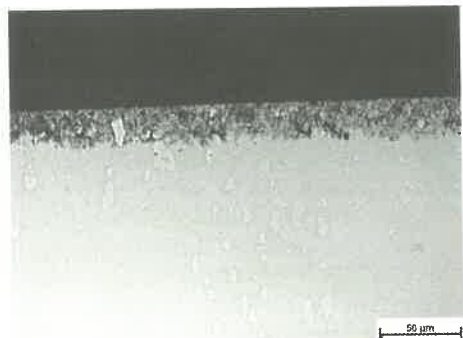
Dyja és szerzőtársai azt vizsgálták, hogy a duplán, nióbbiummal is, és titánnal is stabilizált, ferrites korrózióálló acél hegesztőhuzalok milyen előnyöket nyújtanak a csak Nb-mal stabilizáltakhoz képest a 96% Ar + 4% O₂ gázkeverékkel végzett huzalelektrodás, védőgázos hegesztéssel készült varratok esetében. A stabilizálás alapvető célja a kristályközi korrózióra való érzékenységre való megakadályozása, de a varratfém szemcsedurvulását is fékezi. Ebből a szempontból sokkal hatásosabb a kettős stabilizálás, ezt jól mutatja a 6. ábra.

További előnye a kettős stabilizálásnak, hogy a varratfém keménysége szinte azonos marad az alapanyagéval, míg a csak nióbbiummal stabilizált huzal esetén a varratfém 20–25%-kal is keményebb lehet a szemcsehátramenti martenzitképződés miatt. Az elvégzett, „dip and dry” típusú korróziós vizsgálat azt mutatta, hogy a Nb + Ti stabilizálás a varratfém korrózióállóságát is egyértelműen jobbá teszi.

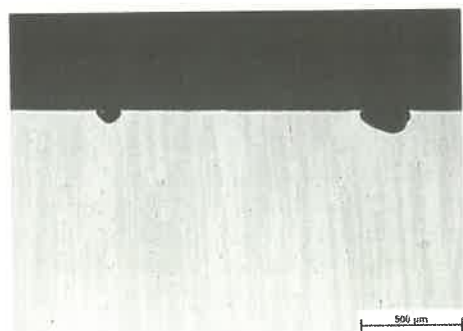
Dörzshegesztéssel gyártott láncok korrózióállósága [8]

Gsellmann és szerzőtársai ausztenites (AISI 316L) és martenzites (AISI 440B) korrózióálló acélból lineáris dörzshegesztéssel gyártott láncszemek (7. ábra) varratainak korrózióállóságát vizsgálták különféle korróziós vizsgálatokkal (8. ábra).

A vizsgálati eredmények rámutattak, hogy a 316L típusú ausztenites acél varrata jól ellenáll különféle korróziós hatásoknak, míg a martenzites acél csak a gyenge korróziós hatásokkal szemben mutat kellő ellenállást, és kifejezetten érzékeny a kristályközi korrózióra (ami nem meglepő a 0,92% széntartalma alapján). Mindkét anyagra nézve a hőhatásövezet bizonyult a hegesztett kötés „leggyengébb



a)



b)

8. ábra: Kristályközi korrózió a martenzites acélon (a) és lyukkorróziós bemaródások az ausztenites acélon (b) [8]

láncszemének” korróziós szempontból. A 316L acél korrózióállósága összességében csak kevéssé csökkent, míg a martenzites acélé jelentős mértékben.

Befejezés

Igyekeztünk a *Hegesztéstechnika* olvasóinak figyelmét felhívni a rozsdamen-

tes acélok hegesztésével kapcsolatos legújabb európai kutatási eredményekre. Ha valaki bővebben is érdeklődik a konferencia előadásai iránt, javasoljuk, keresse fel a konferencia honlapját: www.stainlesssteel2015.org. Az elektronikus könyvként megjelent, 590 oldalas konferenciakiadványt pedig minden érdeklődőnek szívesen elküldjük.

További jó hegesztést!

Irodalom

- 1.] Flockerzi P, Zinke M, Juttner S: Influencing factors on pore formation in superduplex welds. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 88–97.
- 2.] Karlsson L: Welding Duplex Stainless Steels – A review of current recommendations. *Welding in The World*, 56 (2012:5–6) pp 65–76.
- 3.] Arola R, Wendt J, Kivineva E: Gas Porosity Defects in Duplex Stainless Steel Castings, *Materials Science Forum*, 318–320 (1999) pp 297–302.
- 4.] Richter A: Electron beam welding of duplex stainless steels. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 108–117.
- 5.] Reisgen U, Olschok S, Jakobs S, Turner C: Phenomenological study of laser beam welding under vacuum of duplex stainless steel. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 118–127.
- 6.] Ciccomascolo F, Westin EM, Schnitzer R, Maderthoner A: Stainless steel bismuth free flux-cored wires for high temperature applications. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 128–137.
- 7.] Dyja D, Rybarz M, Stradomski G, Januszka A: The role of the stabilizing elements in the ferritic welding wire in the microstructural and corrosion properties of the stainless steel weld joints. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 148–155.
- 8.] Gsellmann B, Huemer W, Vallant R, Sommitsch C: Corrosion resistance of linear friction welded chain links. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, pp 297–306.

Dobránszky János (tudományos tanácsadó, MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport)

Kovács Dorina (egyetemi hallgató, BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék)

Rendezvénynaptár

Időpont	Hely	Megnevezés	Felvilágosítás
2015. szept. 14–19.	Németország Nürnberg	DVS Congress 2015 (D)	német nyelvű
2015. szept. 15–17.	Nürnberg Németország	DVS Expo (D)	német nyelvű
2015. szept. 17–18.	Hajdúszoboszló Magyarország	MHtE – hegesztési felelősök tanácskozása 25 éves az MHtE	
2015. szept. 24–27.	Németország	DVS – Bundeswettbewerb “Jugend Schweißt”	DVS
2015. szept. 29–okt. 1.	Linz Ausztria	Fachmesse – 2015	
2015. nov. 10–11.	Hamburg Németország	5. Tagung UNTERWASSERTECHNIK	
2016. okt. 5–7.	Mumbai India	INDIA ESSEN WELDING & CUTTING 2016 (E)	angol nyelvű
2016. okt. 18–20	Sosnowiec Lengyelország	International Welding Fair ExpoWELDING KÍSÉRŐ RENDEZVÉNY: 58 th Scientific–Technical Welding Conference.	szervező: Institute of welding in Gliwice, Poland

Sándor László*

Vasúti acélöntvények javítóhegesztés-technológiája

Vasúti területen az acélöntvények gyártása az elmúlt évek során egyre nagyobb kihívásokat támaszt az iparágban gyártók részére. A megnövekedett követelmények mellett, az egyre erősödő kínai acélöntvény gyártás is komoly problémák elé állítja mind a magyarországi, mind az európai gyártókat. A magyar tulajdonban lévő AKG Zrt-nél sincs ez másként. A cég több mint 15 éve gyárt acélöntvényeket a vasúti jármű ipar részére. Ezen termékek túlnyomórészt forgóvázak részegységét képező féktartók, és különböző tartókonozlok. Az elektro-acélgyártással előállított acélöntvények túlnyomó részét hegesztéshez előkészített kész állapotra munkálja, és egy kisebb hányadát további részegységekké hegesztve szállítja vevőinek.

Az acélöntvények gyártása során a különböző formázási-, öntés technológia problémákból adódóan nem mindig kapunk hibátlan öntvényeket, így a gyártástechnológia részeként egy fontos technológiai folyamat a keletkező hibák ellenőrzött, minősített hegesztéssel történő kijavítása.

Itt fontos elmondani, hogy ez a javítóhegesztés nem összekeverendő a már kész öntvények esetleg utólagos javi-

tóhegesztésével. A két javítóhegesztés között – amellett, hogy teljesen más szabályzások alá tartoznak - a lényeges különbség például az, hogy az öntvénygyártási technológiai részfolyamatként alkalmazott javítóhegesztés esetében minden esetben elvégezhető a javítóhegesztést követő megfelelő hőkezelési folyamat, mint például, nemesítés, normalizálás, vagy megeresztés, esetleg feszültségcsökkentés. A készre munkált, vagy már beépített, esetleg üzemelés közben sérült öntvényeknél az utólagos hőkezelés nehezen vagy egyáltalán nem megoldható.

Acélöntvények hegesztéséről általában (rövid áttekintés)

Az acélöntvények hegesztésének és a hegesztőanyagok kiválasztásának szempontjai alapján véve nem térnek el az azonos összetételű hengerelt, vagy kovácsolt acélétől. Különbség csupán abból adódik, hogy az öntvény képlékenysége és szívóssága kisebb, szövetszerkezete inhomogénabb. Ezért az összetételből meghatározható hőmérsékletköz felső határértéke közelebbe melegítsünk elő hegesztésnél. A 100-150 °C előmelegítést még abban

az esetben is célszerű alkalmazni, ha pl. a lágyacél öntvény összetétele ezt nem indokolja. A 25...30 mm-nél nagyobb falvastagságú öntvényeknél jelentős a zsugorodásból ébredő háromirányú belső feszültségek ridegítő hatása, ezért az ilyen öntvények előmelegítése még inkább szükséges.

Az acélöntvények képlékenysége azért rosszabb, mint az azonos összetételű hengerelt vagy kovácsolt alkatrészeké, mert szemcseszerkezetük durvább. A $\gamma - \alpha$ átalakulásra hajlamos öntvényeket tehát hegesztés előtt normalizálni célszerű, s a maradó feszültség csökkentése végett a hegesztést követően szintén normalizáljunk. E hőkezelések elvégzése annál fontosabb, minél vastagabb falú és bonyolultabb alakú az öntvény, minél jobban eltérő falvastagságú részekből áll, s minél nagyobb a dinamikus igénybevétele.

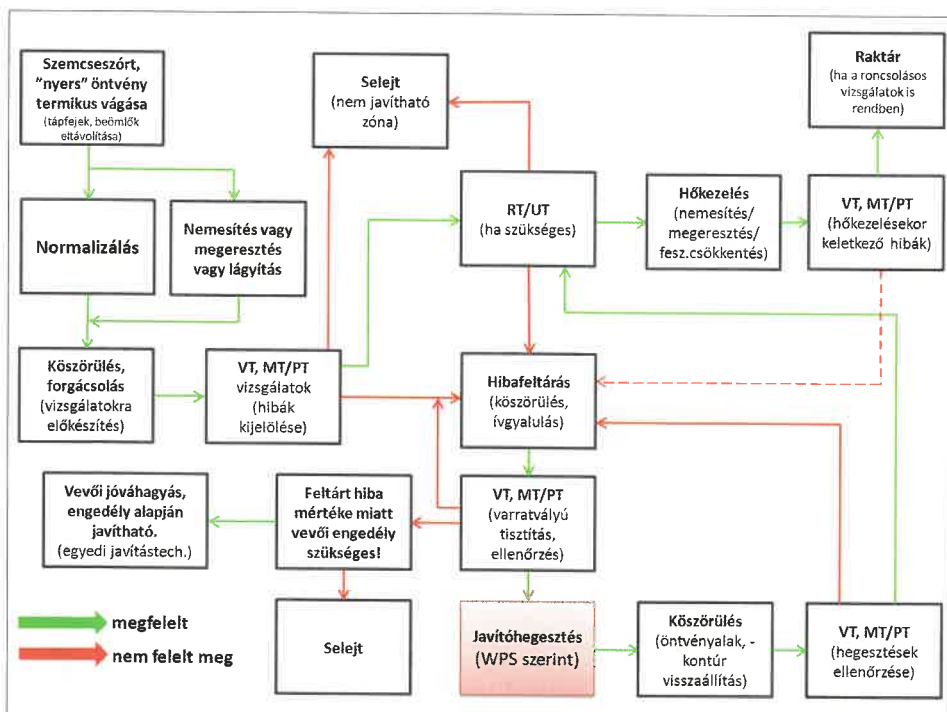
A hirtelen fellépő hőmérsékletváltozásból jelentős belső feszültség ébred, amely elsősorban a különböző falvastagságú részek találkozási helyén repedést okozhat. Ezért hevítéskor és hűtéskor egyaránt, legfeljebb 150 °C/h hőmérsékletváltozás engedhető meg.

Azokban az esetekben, amikor az öntvények igen nagy mérete, vagy más körülmények a normalizálást nem teszik lehetővé, vagy csak egyszerű előmelegítést alkalmazunk, és hegesztés után csupán feszültségcsökkentést végzünk, nő a maradó belső feszültség és a repedésveszély. Ennek csökkentése érdekében 50...100 mm hosszú varratszakaszokban középtől két irányban felváltva végezzük a hegesztést és az egyes varratok között 2...3 perc várakozási időt kell tartani. Fokozottan vigyázni kell arra, hogy a varratkezdések és a végkráterek egy síkba ne essenek.

Előkészítéskor a varratok környékén a beégett szilíciumban esetleg dús öntési kérget el kell távolítani, mert jelenléte a felületen kötési hibát okoz, a varratba kerülve pedig fokozza a repedésveszélyt. (1)

Az acélöntvények „kikészítésének” folyamata

Az öntvények kikészítési folyamata a leöntést és szemcseszórást követően a termikus vágással indul, ahol eltávo-



1. ábra. Acélöntvények „kikészítési folyamata



2. ábra. VT vizsgálattal kijelölt hibák



6. ábra. Munkapróba



3. ábra. Hibák feltárása



7. ábra. Hegesztés



4. ábra. Varratágyak tisztítása



5. ábra. Varratvályúk MT vizsgálata



8. ábra. Varratok MT vizsgálata

lítják a beömlő rendszereket, rávágásokat és tápfejeket. A termikus vágás után a folyamat jól nyomon követhető az 1. ábrán.

Javítástechnológia

Vizsgálat, hibák kijelölése.

Minden acélöntvényt az előzetes hőkezelést követően a vizsgálati és ellenőrzési tervének megfelelően, VT, MT/PT vizsgálattal ellenőrzik, és meg nem felelőség esetén a hibákat kijelölik.

Hibafeltárás, varratelőkészítés

A hibakijelölést követően a feltárást köszörüléssel vagy szénelektrodás feltárással végzik. (3. ábra) Amennyiben

a hibafeltárást szénelektrodával végzik, a varratágyat és annak széleit (öntési kéreg eltávolítása) további köszörüléssel megtisztítják és kialakítják a megfelelő geometriájú varratvályút. (4. ábra).

Az előkészített varratvályúkat minden esetben ismételt (vissza) kell ellenőrizni VT, MT/PT vizsgálattal. (5. ábra)

Hegesztési munkapróba. Hegesztés

A megfelelően előkészített és ellenőrzött varratvályúkat a termékre elkészített (vevő által-, és/vagy egy 3. fél által jóváhagyott) WPQR, ill. WPS alapján, az előzetesen elvégzett sikeres munkapróbák elvégzése után (6. ábra) minősített hegesztők hegesztik be. (7. ábra).

Varratleköszörülés (öntvény geometria visszaállítás), vizsgálat
A hegesztést követően a varratokat megköszörülnek, annak érdekében, hogy az öntvény visszakapja megfelelő méretét és elvégzik a VT, MT/PT vizsgálatokat a hegesztés ellenőrzésére. (8. ábra)

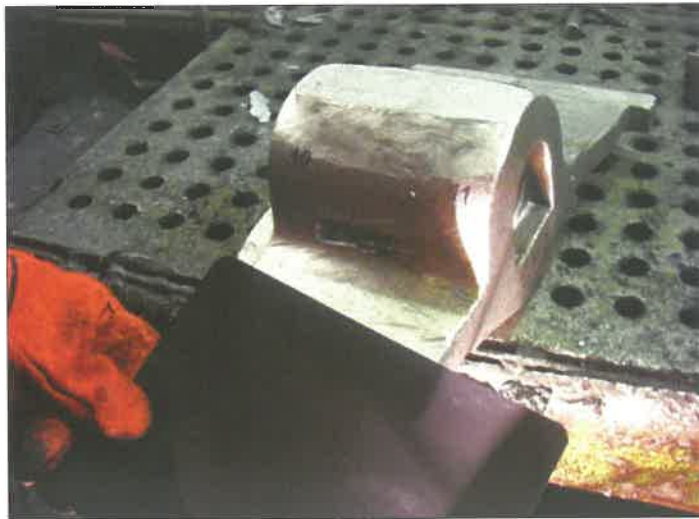
RT/UT vizsgálatok

Amennyiben az öntvény valamely zónájában, vagy teljes egészében RT/ÚT, vagy mindkét vizsgálat elő van írva, akkor azt az előzőekben már bemutatott, megfelelő felületi javítást követően kell elvégezni. (9. ábra)

Az RT vagy UT vizsgálat által kimutatott hibák esetén az öntvényt az előzőekben leírtaknak megfelelően fel



9. ábra. Acélöntvény RT vizsgálata



10. ábra. Radiográfia által kimutatott hiba feltárása

kell tární (10. ábra), be kell hegeszteni, és a vizsgálatokat újra el kell végezni mind a hibafeltárás-, mind a javítóhegesztés elvégzése után. A megfelelő VT és MT/PT vizsgálatokat követően a javított területen az RT/UT vizsgálatot meg kell ismételni.

Hőkezelés

Az öntvény megfelelő javítása után a technológiai folyamatnak megfelelően el kell végezni a végső hőkezelést. (1. ábra)

Összefoglalás:

A vasúti acélöntvények javítóhegesztését, mint az öntvénygyártáshoz kapcsolódó technológiai folyamatot mu-

tattam be. Fontos megjegyezni, hogy a javítástechnológia ennél sokszor összetettebb. Egyrészt maga a javíthatóság igen korlátozott, sok esetben attól függetlenül, hogy az az acélminőség és öntvény-, alak vagy méret hegesztés-technológiailag mennyire lenne jól, eredményesen javítható. Az erre vonatkozó vevői előírások ezt legtöbbször tartalmazzák. Ezek az acélöntvény felhasználási helyét, pontos igénybevételét ismerve korlátozzák annak javíthatóságát, pontosan megszabva annak mértékét.

Másrészt a vasúti járműgyártás területén használt acélöntvények nem csak ötvözetlen, általános rendeltetésű acélöntvények. Sok esetben találkozhatunk már nagyszilárdságú, nö-

velt folyáshatárú (bár még ötvözetlen), növelt szilárdságú-hidegszívós, vagy akár krómmal-molibdénnel, ill. krómmal-molibdén-nikkellel gyengén ötvözött acélöntvényekkel is, amelyeknek a javítóhegesztése egy nehezebb, még szigorúbb technológiai fegyelmet igénylő folyamat. Éppen ezért a vevői oldalról is nagyobbak, szigorúbbak ezen esetekben a javíthatósági kritériumok.

Irodalom

- [1] Béres Lajos – Komócsin Mihály:
Acélok, öntöttvasak javító- és felrakóhegesztése

*Sándor László,
vezető hegesztési felelős AKG Zrt.

Tájékoztatás

Felhívjuk a **2010. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

2015. 12. 31.

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

★
folyamatos munkavégzés igazolása,

★

az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN ISO 9712 szerint (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szöveg olvasását, valamint színlátása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárással szemben 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).

BIZTOS HEGESZTÉSI MEGOLDÁSOK



A Magnatech speciális automata csőhegesztő, csőfal behegesztő és csővezeték hegesztő rendszerek gyártója és forgalmazója. A hegesztési folyamatoknál a TIG eljárást, a MIG/MAG porbeles hegesztést és a fogyóelektródás hegesztési technológiákat alkalmazunk. A cég küldetése, hogy olyan megoldásokat és know-how-t kínáljon partnereinek amelyek növelik a hegesztési termelékenységet és a hegesztés minőségégét a különböző iparágak széles spektrumában.

ORBITAL
WELDING
SOLUTIONS

PIPELINE
WELDING
SOLUTIONS



WWW.MAGNATECH-INTERNATIONAL.COM

MAGNATECH INTERNATIONAL B.V. The Netherlands P +36 20 433 7646 E info@magnatech-international.com

MAGNATECH

AUTOMATIC PIPE WELDING SOLUTIONS

Dr. Sándor Tamás, PhD*

A semleges védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés teljesítménynövelési lehetőségei

Egy doktori értekezés összefoglalója

Napjainkban, amikor a verseny világszerte egyre fokozódik az élet szinte minden területén, különösen fontos, hogy a tudományos kutatómunka támogassa az ipar teremtőképességét. Enélkül a tudomány öncélúvá válna és eltávolodna a hétköznapoktól. Fontos, tehát, hogy kísérletek és kutatások az élet problémáiból, kihívásaiából merítkezzenek, s azokra adjanak választ. Ennek a felfogásnak szellemében íródott a címben szereplő doktori értekezés is, amely a hegesztés egyik jól ismert eljárásának, a semleges védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztésnek (a továbbiakban: TIG-hegesztés) a legjellemzőbb hátrányát, a teljesítménybeli relatív alacsony korlátját vette górcső alá, s vizsgálta annak fejlesztési/javítási lehetőségeit bizonyos szempontok alapján.

A TIG-hegesztés egy már több, mint 70 éve ismert hegesztési eljárás, így azon szakembereknek, akik a kézben tartott szaklapot olvassák, és a hegesztést művelik, nem lenne túl izgalmas olvasmány az eljárás ismertetését olvasni itt. Ezért az értekezés e fejezetének összefoglalása helyett, csupán azt emelném ki, hogy a TIG-hegesztés értékelésekor az egyik gyakran említett hátrányként az eljárás teljesítményét említik.

De vajon mit is értünk teljesítményen? Egy hegesztési eljárás teljesítményét azzal lehet jellemezni, hogy egy időegység alatt mennyi varratot lehet elkészíteni alkalmazásával. Ezt az értéket a leolvasztott varrat tömeg növelésével vagy a beolvadási mélység növelésével javíthatjuk. Az leolvasztott anyagmennyiség növelésével a hegesztési sebesség növelhető vagy a varratsorok száma csökkenthető, amely végsősoron, mindkét esetben, a hegesztési idő csökkenésén keresztül, az egységnyi idő alatt elkészült varrathossz értékét növeli, azaz a hegesztési teljesítményt javítja. A beolvadási mélység növelése hasonlóan

aknázható ki, mint a leolvasztási teljesítmény növelése, azzal a különbséggel, hogy ez a lehetőség ott is alkalmazható, ahol a hegesztési varratokat hozzáadott hegesztőanyag nélkül készítik. Így elmondható, hogy a beolvadási mélység növelést célzó megközelítés valamelyest szélesebb körben hasznosítható az ipari alkalmazások között. Ezért az értekezés címében szereplő teljesítménynövelési lehetőségek közül ez képezte a vizsgálatok tárgyát. A beolvadási mélység növelése számos módszerrel, technikával elérhető, amelyek közül az értekezés három lehetőséget vizsgál. Az első vizsgálati téma az impulzusos TIG-hegesztéssel kapcsolatos, ahol az impulzusfrekvencia növelésével elérhető beolvadási mélység-növekedést elemeztük. A második terület a védőgázokkal kapcsolatos, ahol a hagyományos tiszta argon védőgáz mellett a hélium, illetve hidrogén-tartalmú keverékek hatása került vizsgálatra. A harmadik, s az értekezés fő témáját képező fejezetben az aktiválóporos TIG-hegesztés (ATIG-hegesztés) kerül bemutatásra, illetve elemzésre.

A kiválasztott TIG-hegesztés változatok a bevezetőben elmondottak alapján kerültek kiválasztásra. A szerző személyes meggyőződése volt, hogy az értekezés kísérlettervét úgy kell meghatározni, hogy az abból kinyerhető eredmények – vagy legalábbis egy részük – a hétköznapi ipari gyakorlatban is hasznosíthatóak legyenek. Így került kiválasztásra – a leginkább – tudományos jelentőségű ATIG-hegesztési kutatások mellé az impulzusos, illetve a védőgázkeverékes TIG-hegesztés, amelyek mindegyike nagyon könnyen elérhető és ismert a piacon, de a bennük rejlő beolvadási mélységnövelő potenciál már kevésbé. Ezek alapján egy célszerűen meghatározott kísérletterven és a koncepciózusan végrehajtott kísérleteken túl, egy olyan viszonyítási rendszer létrehozása is szükségessé vált, amelybe felhordva az eredményeket megjeleníthetővé váltak a különbségek, hogy az egyes eljárás

rásváltozatokkal elérhető eredmények összevethetővé váljanak. Ezek a célok, az ATIG-hegesztés elméleti modelljének pontosítására tett kísérlettel párosulva alkották meg az értekezés célkitűzéseit, amelyek így szólnak:

- Az impulzusos TIG-hegesztéssel elérhető beolvadási mélység és az impulzusfrekvencia kapcsolatának meghatározása.
- A védőgázkeverékekkel elérhető beolvadási viszonyok összevetése, illetve annak felmérése, hogy ezek valamelyikével elérhető-e az ATIG-hegesztésre jellemző nagy beolvadási mélység.
- Átfogó képet nyerni az ATIG-hegesztés hegesztéstechnológiai tulajdonságairól, illetve a technológiai tényezők (angolul: welding parameters) változtatásának hatására kialakuló következményekről a varratban.
- Megállapítani, hogy az ATIG-hegesztés során alkalmazható-e hegesztőanyag-adagolás, és az milyen hatással van a varrat tulajdonságaira.
- Az ATIG-hegesztés hatásának ismeretése különböző korrózióálló acéltípusok (ausztenites, ferrites, valamint duplex) hegesztett kötéseinek szövet szerkezetére, valamint ezek összevetése korrózióállóság és mechanikai tulajdonságok szempontjából a szakirodalomban ismertett eredményekkel.
- A kutatás legfontosabb célkitűzése az, hogy tisztázza, mi okozza az ATIG-hegesztés során a mély beolvadást. Ehhez a szakirodalomban közölt és az ATIG-hegesztés során lejátszódó folyamatokat leíró elméleti modellek elemzésén keresztül vezet az út, az egyes modellek értékelésének és leghitelesebbnek tartott modell pontosításának szándékával.

Az értekezés Célkitűzéseket követő szerkezeti egységében a kísérletek során alkalmazott paraméterek, feltételek, körülmények és egyéb beállítások ismertetése olvasható. Ez egyrészt alapvető jelentőségű bármilyen kísér-

leti munka esetén, másrészt az összehasonlításra szánt három eljárásváltozat összevetésének kereteit határozta meg. Fontos tehát már itt megemlíteni, hogy ezek alapján az értekezésben szereplő bármilyen kijelentés vagy tézis csak azon feltételekkel igaz, amelyek rögzítésre kerültek a szóban forgó fejezetben. Emellett itt olvasható a kísérleti minták kiértékelésének módszere és az eredmények értékelésekor alkalmazott hibaszűrés eljárás bemutatása is.

Kísérletek impulzusos TIG-hegesztéssel

Az értekezés ezt követő, s egyben első olyan fejezete, amely kísérleti eredményeket tartalmaz, az impulzusos TIG-hegesztéssel végzett kísérleteket mutatja be. Ezt felvezetendő egy rövid összefoglalás olvasható a kis-, közepes és a nagyfrekvenciájú impulzustartományok jellegzetességeiről, amit a kísérleti eredmények bemutatása követ. Az itt elvégzett munka elsődleges célja

az volt, hogy feltárja, vajon elérhető-e a nagyfrekvenciájú (> 1 kHz) impulzusos TIG-hegesztéssel elérhető beolvadási mélység növekedés azon felhasználók számára is, akiknek nem áll rendelkezésére ilyen nagyságú impulzusfrekvencia. Másként megfogalmazva: vajon a piacon hozzáférhető – általában maximum 500 Hz frekvenciát nyújtani képes – TIG áramforrásokkal is elérhető-e beolvadási mélység növekedés?

Az 5,0 mm vastag, 1.4301 típusú auszteni korrózióálló acélon, 50 és 500 Hz közötti impulzusfrekvenciákkal, tiszta Ar valamint Ar+30%He védőgázokkal elvégzett kísérletek eredményei alapján az került megállapításra, hogy a 250 Hz frekvencia fölötti impulzusfrekvencia már érzékelhető beolvadási mélység növekedést eredményez, ami a frekvencia növelésével válik egyre erőteljesebbé. A kísérleti tartomány legfelső, 500 Hz-es mérési pontján a beolvadási mélység értékek – mindkét védőgáz esetén – már közel 30%-val na-

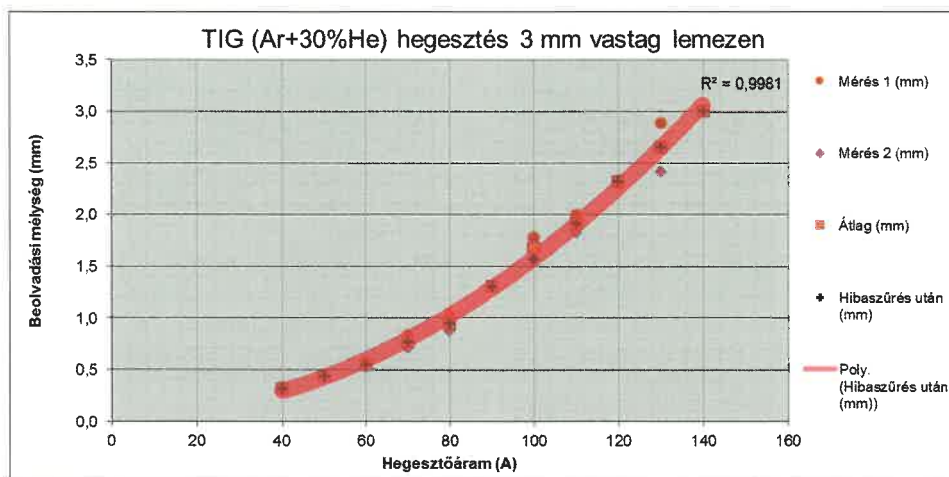
gyobbak, mint a hagyományos, impulzus nélküli TIG-hegesztési varratokon mértek. Ez egy olyan információ, amely eddig nem volt ismeretes, de az értekezés vonatkozó fejezetében ismertetett mérések alapján kijelenthető, hogy a hegesztési munkákat végző felhasználók által a piacon elérhető impulzusos TIG-hegesztőgépek képesek nagyobb beolvadási mélységű varratok elkészítésére.

Kísérletek védőgázkeverékekkel

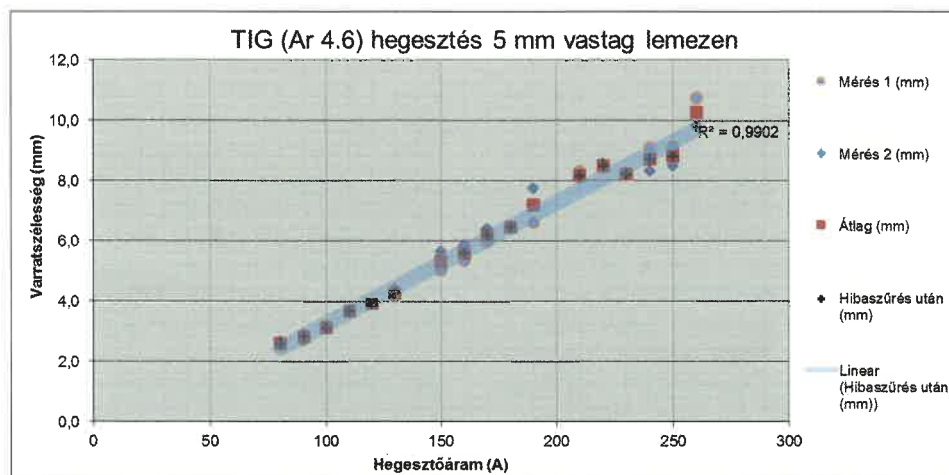
Az értekezés második témaköre a védőgázkeverékekkel elvégzett TIG-hegesztési kísérletek során elérhető beolvadási viszonyok vizsgálata volt. Ehhez, a nagyszámú lehetséges és elérhető védőgázkeverék közül, a 30% hélium tartalmú argon (a továbbiakban: Ar+30%He), illetve a 6,5% hidrogén tartalmú argon (a továbbiakban: Ar+6,5%H₂) keverékek kerültek kiválasztásra. Az eme védőgázokkal elért beolvadási eredmények, az Európában szokásos, tiszta argon védőgázzal elérhető eredményekkel kerültek egybevetésre. A hernyóvarratként, hegesztőanyag adagolás nélkül hegesztett varratok beolvadási mélysége (D) mellett a varratszélesség (W) és a varratkeresztmetszet (A) értékek is mérésre kerültek, amelyek felhasználásával továbbá a varratnégyező (D/W) és a varratkeresztmetszetre fajlagosított hőbevitel (Q/A) értékei kerültek számításra. A kísérletek alapanyagául itt is 1.4301 típusú auszteni korrózióálló lemezek szolgáltak, de itt a lemezvastagságok már 2,0 mm-től 8,0 mm vastagságig terjedtek. Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy egy adott védőgázzal és egy adott lemezvastagságon – az indulási 30 vagy 40 A-tól kezdve – átlagosan 10 A-es lépésekkel növelték a hegesztőáram értékét addig, amíg a teljes átolvadás meg nem történt vagy az alapanyag túl nem hevült. Ezt követte a következő lemezvastagság, és így tovább, egészen a 8,0 mm vastag lemezekig. Majd az alkalmazott védőgáz cseréje után kezdődött az egész folyamat újra a 2,0 mm vastag lemeztől.

Az egyes varratokból kivett minták alapján aztán, célszerűen csoportosítva és összevetve a mérési eredményeket, a következő értékelő diagramok készültek el:

- Adott lemezvastagságon és adott védőgázzal végzett összes hegesztési varrat beolvadási paraméterei (D, W, A, D/W, Q/A). Ez a diagram típus a



1. ábra. Ar+30%He védőgázzal végzett TIG-hegesztés, 3 mm vastag lemezen mért beolvadási mélység eredményei az áramerősség függvényében és azok szórásképe



2. ábra. Tiszta Ar védőgázzal végzett TIG-hegesztés, 5 mm vastag lemezen mért varratszélesség eredményei az áramerősség függvényében és azok szórásképe

mérési hibák kiküszöbölésére szolgált (1. ábra, 2. ábra).

- Adott védőgázzal, minden (2,0-8,0 mm) lemeztvastagságon mért beolvadási paraméterek (D, W, A, D/W, Q/A) összehasonlító diagramjai (3. ábra).
- A hegesztések során mért ívfeszültség értékek, védőgázonként, amely az ívhossz állandóságának, illetve az ív stabilitásának ellenőrzését szolgálta (4. ábra).
- A különböző védőgázokkal elért beolvadási paraméterek (D, W, A, D/W, Q/A) összehasonlító diagramjai lemeztvastagságonként (5. ábra).

Ezzel a módszerrel egy olyan összehasonlító rendszer jött létre, amely alkalmas a TIG eljárás változatok objektív összehasonlítására – adott paraméterek között – s azok különböző szempontok alapján történő értékelésére.

A fejezet elsősorban az említett védőgázkeverékes TIG-hegesztés változatok ATIG-hegesztéssel történő összehasonlításának előkészítését szolgálta, de így is számos – tézisnek nem tekinthető – érdekes és értékes műszaki tapasztalatot nyújtott. Ezeket röviden összefoglalva az alábbiak mondhatók el.

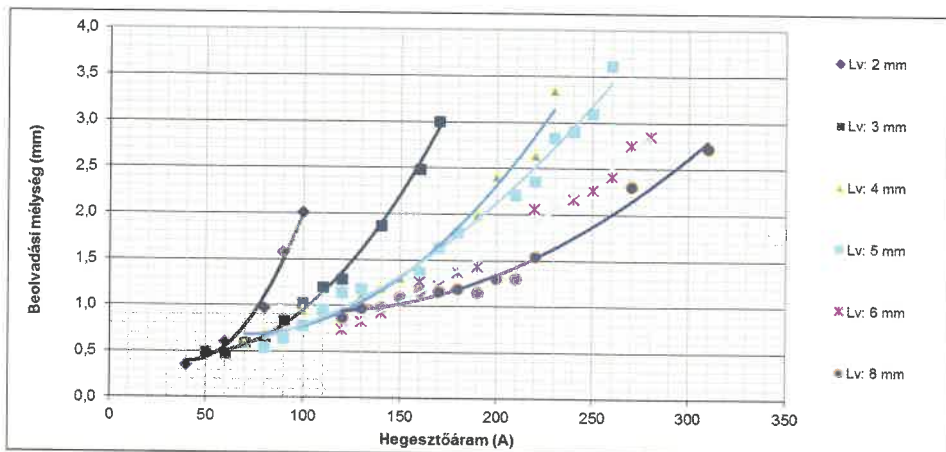
Az Ar+6,5% H_2 keverék védőgáz a legnagyobb beolvadási mélységeket biztosító védőgáz a kísérletben alkalmazott gázok közül és a vizsgált áramerősség tartományban, amely azonban csökken az áramerősség növelésével. Alkalmazásával 4,0 mm lemeztvastagságig érhető el teljes átolvadású varrat gazdaságosan, míg Ar 4.6 és Ar+30%He védőgázokkal inkább 3,0 mm ez a határ. Ugyanakkor alkalmazásakor a varrat jelentősen szélesebb is, mint a másik két védőgáz esetén, ami a nagyobb maradófeszültségek miatt hátrányos is lehet bizonyos körülmények között. A varraténevezők és a varratkeresztmetszetre fajlagosított hőbevitel értékeinek elemzésével az is megállapítható volt, hogy az Ar+6,5% H_2 védőgázkeverék legelőnyösebben a 150 A alatti hegesztőáramok esetén alkalmazható az ismertetett kísérleti feltételekkel. Nyilvánvaló, hogy más peremfeltételekkel, például hézaggal illesztett tompakötés esetén és hegesztőanyag adagolással, az említett 150 A-es felső határ más értéket vesz majd fel.

Az ATIG-hegesztéssel végzett kísérleti munka és eredményeinek bemutatása

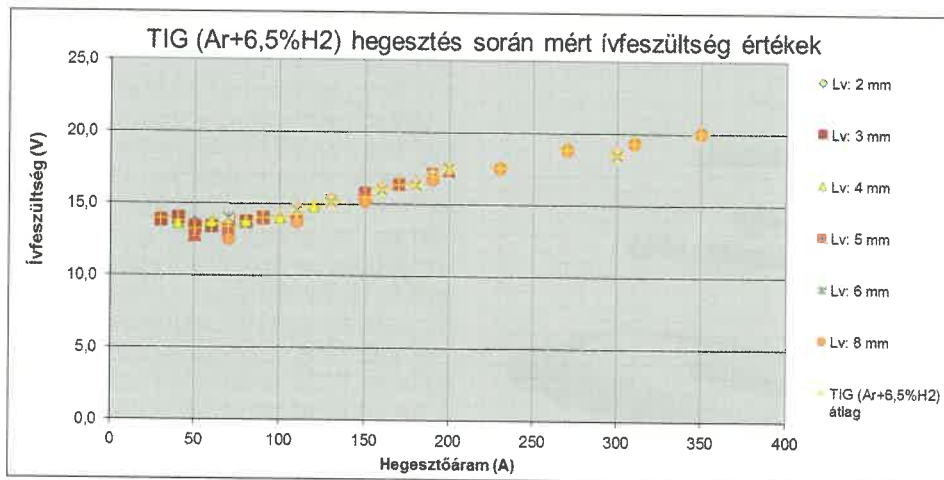
Ez a fejezet az értekezés leghosszabb fejezete. Itt kerül általános bemu-

tatásra az értekezés fő témáját képező aktiválóporos semleges védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés (a továbbiakban ATIG-hegesztés ()), valamint az eljáráshoz szükséges aktiválóporok. Ezek mellett olvasható az aktiválópor adagolására tett ajánlás a szerző tapasztalatai illetve a nem-

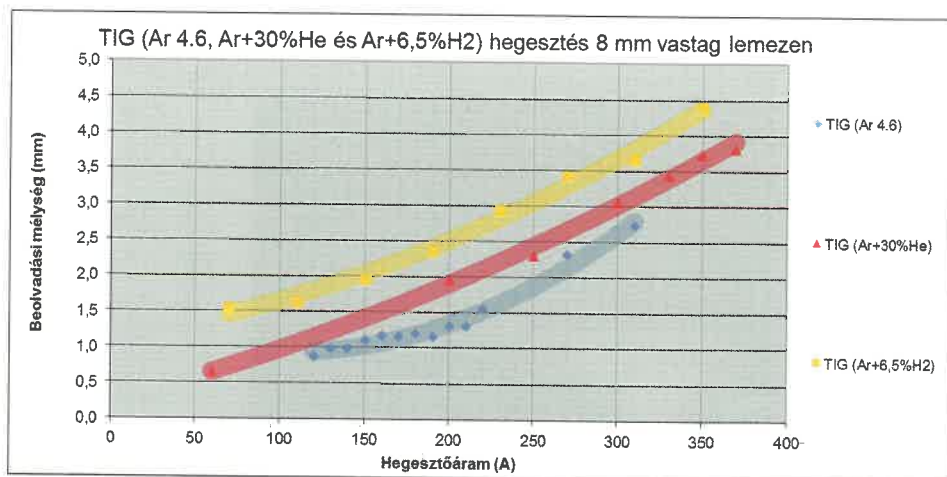
zetközi irodalom alapján. Ezt követően a hegesztési sebesség, a volfrámelektroda, a hegesztési védőgáz megválasztásával, valamint az eljárás manuális alkalmazhatóságával kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok, megfigyelések ismertetése olvasható. Az eddigiekben említett részletek mind az ATIG-



3. ábra. A különböző (2,0-8,0 mm) vastagságú lemezekeken elért beolvadási mélység eredmények az áramerősség függvényében tiszta argon védőgázos TIG-hegesztéssel



4. ábra. Ar+6,5% H_2 védőgázzal végzett TIG-hegesztés során mért ívfeszültség értékek lemeztvastagságonként az áramerősség függvényében



5. ábra. A tiszta Ar, Ar+30%He és Ar+6,5% H_2 védőgázzal, 8,0 mm vastag lemezen végzett TIG-hegesztések beolvadási mélységeinek összehasonlító diagramja

hegesztés gyakorlati alkalmazhatóságának kibővítését, a rendelkezésre álló tapasztalatok szélesebb körben történő ismertetését célozza meg, hiszen a szakirodalmi információk kevés ilyen jellegű információt tartalmaznak.

A fejezet következő nagy egységét – a gyakorlati oldalt követően – az ATIG hegesztési varratok mechanikai és korróziós tulajdonságait taglaló alfejezetek teszik ki, amely a nemzetközi szakirodalom alapos vizsgálatával készült. Itt olyan ritkaságszámba menő alkalmazásokról is olvashatunk, mint szuperausztenites és szuperduplex, ferrites, ferrit-martenzites, martenzites és lean-duplex acélok ATIG hegesztése, a kevésbé exotikus hagyományos duplex és ausztenites acélok mellett. A legkülönlegesebb alfejezet azonban az, amely az újszerű lean-duplex acélok és a hagyományos ausztenites korrózióálló acélok vegyeskötési lehetőségeit vizsgálta négy féle hozzáadott hegesztőanyag (309L, 316LSi, 2209 és LDX 2101) és három különböző illesztési hézag (0, 1 és 2,5 mm) függvényében úgy, hogy az ATIG eljárással elérhető eredményeket összehasonlította

a hagyományos TIG-eljárással készült varratokkal. Ennek az alfejezetnek több szempontból is kiemelt jelentősége van, hiszen ez az első lejegyzett – és a nemzetközi szakirodalomban is publikált – olyan ATIG-hegesztés alkalmazás, ahol illesztési hézagot, valamint hideghuzal-adagolást is alkalmaztak, illetve az említett két anyag-típus vegyeskötésére használták az eljárást. Ezen túlmenően az ATIG-hegesztés elméleti modelljének helybítéséhez is szolgáltatott a kísérlet közvetett eredményeket.

A fejezet következő alfejezete azt mutatja be, hogy az ATIG-hegesztés varratai milyen értékeket mutatnak abban az összehasonlító rendszerben, amelyet a fentiekben már ismertettem a védőgázkeverékes TIG-hegesztés eredményei kapcsán. A vizsgált szélessékű (2,0-8,0 mm) vastagság-, illetve hegesztőáram-tartomány (30-370 A) eredményeként a feltárt összefüggések számos meglepő tendenciát tártak fel. Ilyen például az a következtetés, hogy a vizsgált tartományban az ATIG-hegesztésnek nincs beolvadási mélység korlátja. Ez belátható a 7. és a 3. ábra összehasonlításával.

Ugyanakkor másik fontos megállapítás, hogy az ATIG-hegesztés azonban – ellentétben a védőgázos változatokkal – alulról korlátos eljárás a hegesztőáram tekintetében. Ez alatt az alsó korlát alatt – amely az adott peremfélételekhez tartozik – stabil ív nem tartható fenn ATIG-hegesztés során.

Másik fontos megállapítás az lett, hogy az ATIG-hegesztés csupán 100 A hegesztőáram fölött hatékonyabb, mint a hidrogén-keverékes védőgáz (8. ábra).

Ez új eredmény volt, de a varrat-szélességek között felfedezett összefüggés ennél még nagyobb jelentőségű. Itt ugyanis az látható, hogy az ATIG varratok varratszélesség értékei

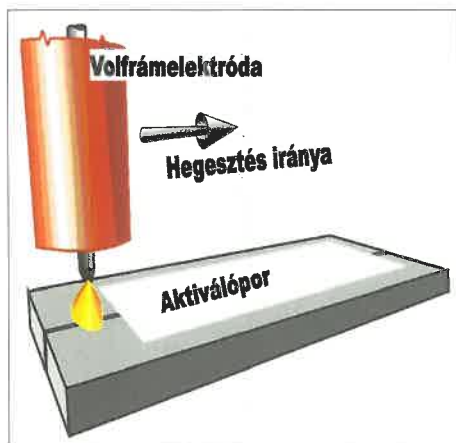
150 A alatt nem keskenyebbek, hanem szélesebbek, mint az Ar 4.6 védőgázos TIG-hegesztés varratain mértek (Ar+30%He esetén 100 A ez az érték). Ez pedig az ívszűkítéssel-elmélet egyértelmű cáfolatát eredményezi, hiszen a beolvadási mélység értékek ezen 150 A-es (100 A-es az Ar+30%He védőgázra) áramerősség határ alatt is nagyobbak ATIG-hegesztéssel, mint a tiszta argon védőgázos TIG-hegesztéssel (9. ábra).

A fentiek alapján három tézis is megfogalmazásra került.

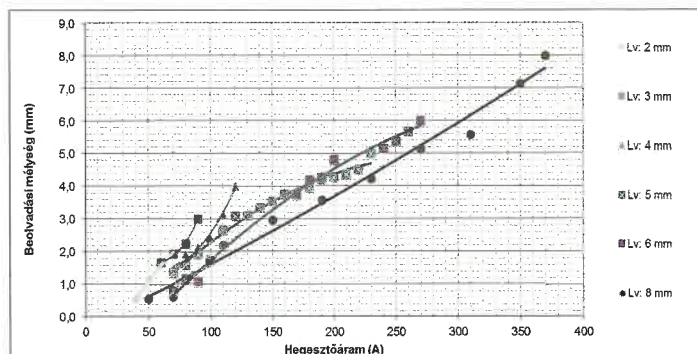
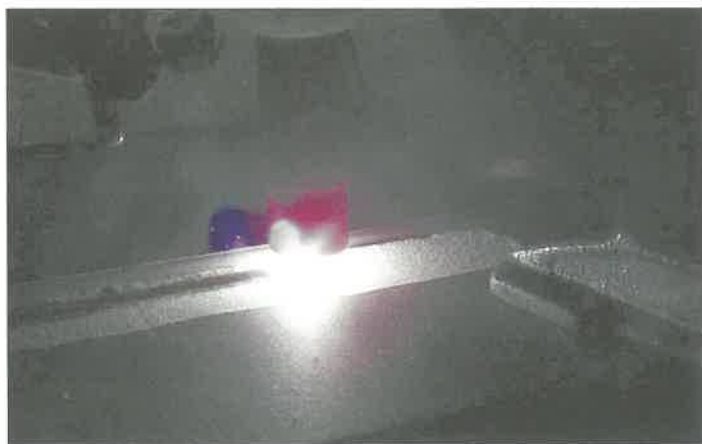
Az értekezés folytatásaként a TIG-hegesztés ívében és ömledékében, illetve az azok határfelületén fellépő erők ismertetése következik, amely tulajdonképpen a következő alfejezet előkészítését, az ATIG-hegesztés működési mechanizmusát leírni igyekvő elméleti modellek bemutatását szolgálja. Itt kerül bemutatásra, szakirodalmi alapokon, az a két fő tétel is, amelyek között még mindig folyik a szakmai vita, nevezetesen az ívszűkítéssel- és a fordított Marangoni-áramlás elmélet. A fentiekben éppen az ívszűkítéssel-elmélet cáfolatát ismertettem, de ez csak a 150 A (vagy 100 A) alatti tartományra igaz megkérdőjelezhetetlenül. Ennek következtében a fordított Marangoni-áramlás elmélet részletes megismerésén túl az elmélet igazolása és pontosítása fogalmazódott meg, mint szükséges teendő.

A fordított Marangoni-áramlás modell pontosítása

Az értekezés legmélyebb tudományos fejezete ez. Itt a fordított Marangoni-áramlás elmélet igazolására megalkotott kísérletterv bemutatása után, a számításokhoz alkalmazott matematikai módszereken át (az ömledék hőmérsékletének közelítése, az ömledékbe jutó oxigéntartalom becslése) olvasha-

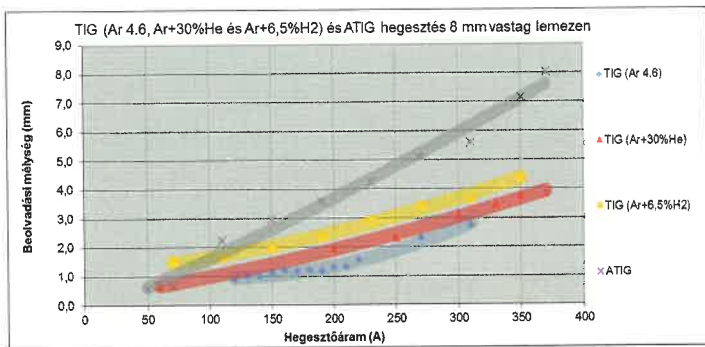


6. ábra. Az ATIG-hegesztés sematikus ábrája (fent) és alkalmazás közbeni (lent) fénykép az ATIG-hegesztési ívről

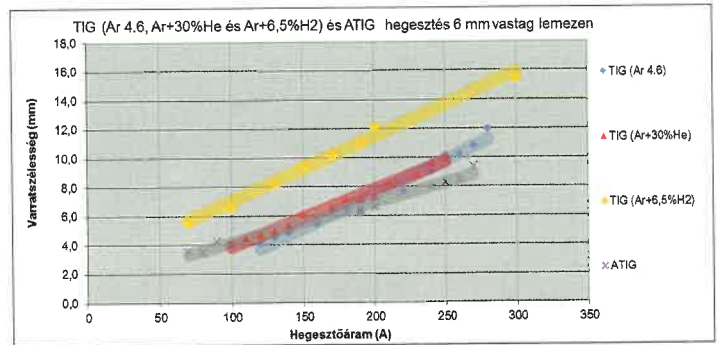


7. ábra. A különböző (2,0-8,0 mm) vastagságú lemezeken elért beolvadási mélység eredmények az áramerősség függvényében ATIG-hegesztéssel

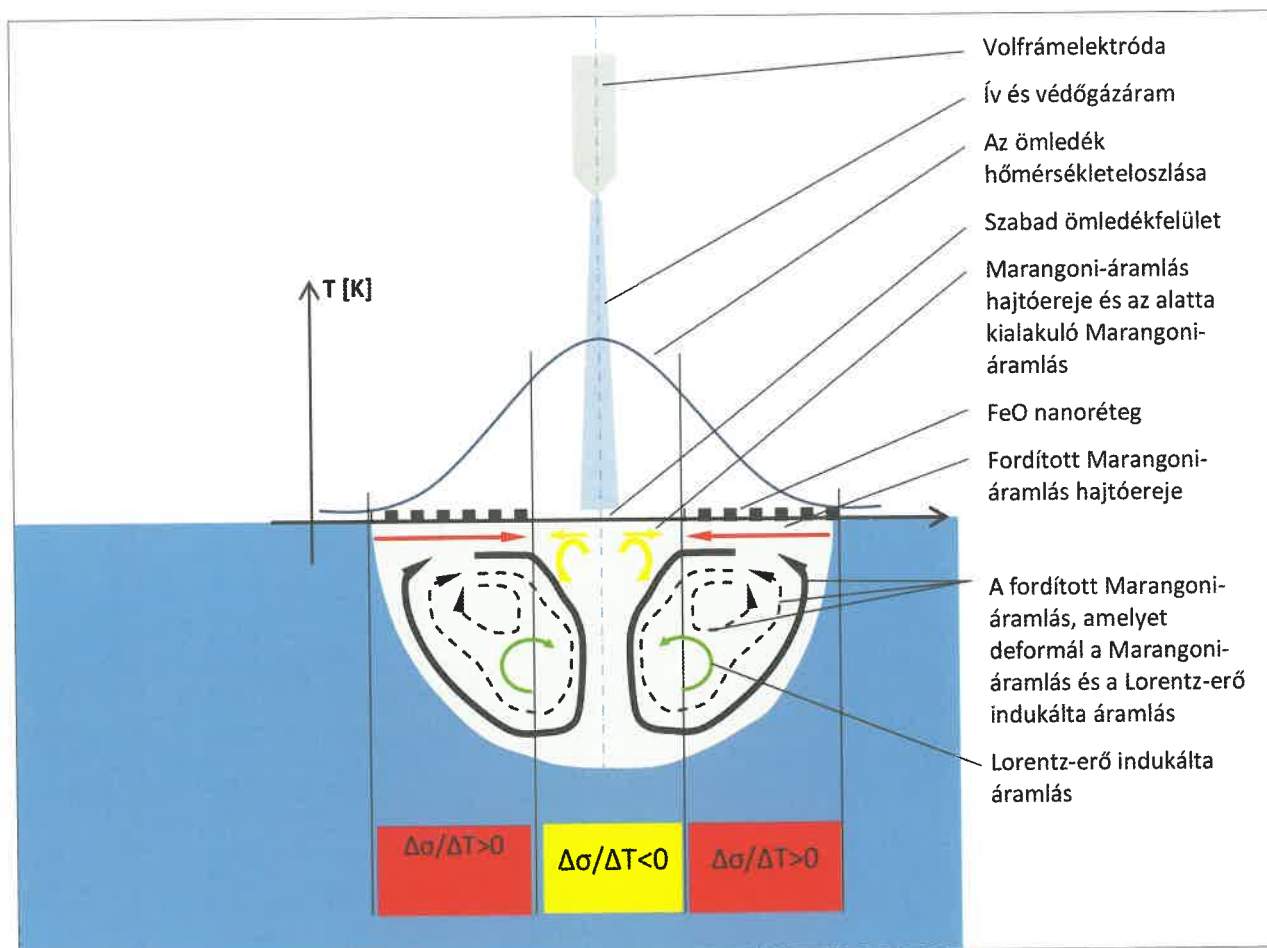
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



8. ábra. A tiszta Ar 4.6, az Ar+30%He, az Ar+6,5% H_2 védőgázos TIG- és az ATIG-hegesztési varratok beolvadási mélység értékei 8,0 mm vastag lemezen



9. ábra. A tiszta Ar 4.6, az Ar+30%He, az Ar+6,5% H_2 védőgázos TIG- és az ATIG-hegesztési varratok varratszélesség értékei 6,0 mm vastag lemezen



10. ábra. Az ATIG-hegesztés ömledékében kialakuló és a mély beolvadást okozó fordított Marangoni-áramlás szematikusan magyarázó ábrája

tunk a felületi fázisátalakulás (SPT) és a felületi feszültség hőmérsékleti gradiensek kapcsolatáról. A fejezet utolsó alfejezete pedig azt ismerteti, hogy az ömledékbe – az aktiválóporból – kerülő oxigén milyen módon okoz felületi fázisátalakulást, amely aztán az ömledékben, a Marangoni-áramlás megfordításán keresztül miként eredményez mély beolvadást. Ezen elméleti megfontolások eredménye a 10. ábra. A fejezet ezt követő alfejezete olyan feltételezett modelleket javasol – az

ATIG-hegesztés során gyakran előforduló aszimmetrikus varratkeresztmetszet kialakulására; az ATIG hegesztés során lezajló varratkezdés, illetve a gyökátolvadás folyamatára –, amelyek további kutatása szükséges lenne. Ehhez szándékozott az értekezés szerzője olyan feltételezett kiindulási alapokat ajánlani, amelyek segítséget nyújthatnak egy, a témával kapcsolatos új kutatómunka megkezdéséhez. Az értekezés utolsó írásos fejezete néhány ATIG-hegesztés gyakorlati al-

kalmazást mutat be japán és magyar példák alapján. Az ezt követő kötelező fejezetek (Tézisek felsorolása magyarul és angolul, valamint összefoglaló magyarul és angolul) után kaptak helyet a Mellékletek, amely a közel 400 hegesztési varrat értékelését és összehasonlításait tartalmazza 52 oldalon, ezzel is érzékeltetve az értekezés megírása során elvégzett munka nagyságát.

*Dr. Sándor Tamás, PhD
EWE/IWE ESAB



WELDOTHERM®

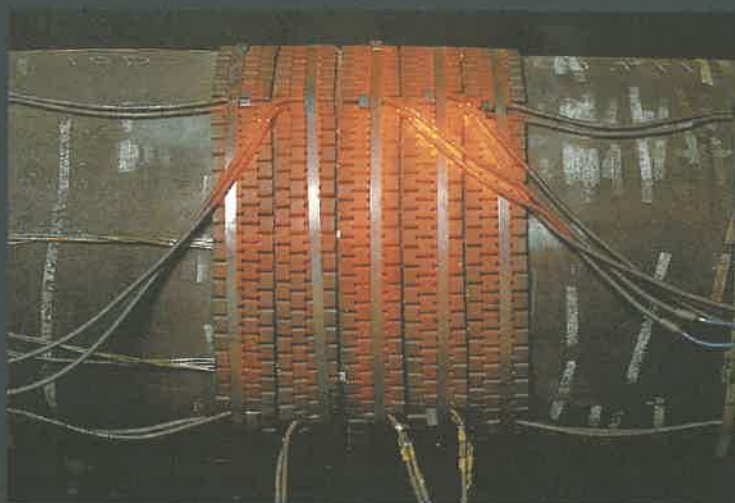
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

EGYENLETES HŐBEVITEL FÜGGETLENÜL
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

Több mint 31.000 kiállító és 1,4 millió látogató kereste fel a düsseldorfi rendezvényeket

Közel 90 magyar kiállító és több mint 3000 magyar szakmai látogató vett részt 2014-ben a düsseldorfi szakvásárokon. A vásártársaság konszolidált árbevétele 412 millió euróra nőtt. Ismét a vásártársaság bizonyult a térség legfontosabb gazdaságfejlesztőjének

A Messe Düsseldorf konzern a tervezettnél magasabb eredménnyel zárta a 2014-es üzleti évet. Tavaly a konszern árbevétele 411,5 millió euró volt. A konszolidált adózott éves eredmény 57,7 millió euró. A külpiacokon mintegy 111,8 millió euró árbevételt ért el a konszern. A legfontosabb külpiac változatlanul Oroszország (45,9 millió euróval), majd a Cseh Köztársaság következik 33,3 millió euróval Kína előtt (16,9 millió euróval).

Az elmúlt üzleti évben a düsseldorfi árbevétel legnagyobb részét a világszerte ismert szakvásárok: az Interpack, az EuroShop, a Medica, a ProWein, a Glasstec, a Boot, a Wire, a Tube és a Caravan Salon adták.

A beruházási javak vásárainak legfontosabb helyszíne Düsseldorf

Werner M. Dornscheidt, a Messe Düsseldorf vezérigazgatója szerint az éves eredmény megerősíti, hogy helyes stratégiát követ a konszern: „A beruházási javak szervezésében világszerte ismert vagyunk, az ebből táplálkozó sikerünk és a támogatást nem igénylő gazdál-



kodásunk miatt megválaszthatjuk fejlődésünk irányát.”

Folytatódnak a felújítások

Az elmúlt évekhez hasonlóan 2014-ben is folytatódott a düsseldorfi vásárváros optimalizálása. Az összes vásárcsarnok és ügyféltér átfogó felújítása a tervek szerint 2030-ra fejeződik be. A beruházás volumene 600 millió euró, ezt saját forrásból gazdálkodik ki a vállalatcsoport.

Dornscheidt úr hangsúlyozta: „Csak akkor tudjuk továbbfejleszteni hazai és nemzetközi üzletmenetünket, ha erős partnereit vagyunk az iparban, csak így tudjuk biztosítani, hogy töretlenül bízzanak vásárszervezési képességeinkben, és csak így tudunk dönteni a szükséges beruházásokról. Ez azt jelenti, hogy a jövőben is meg kell őriznünk pénzügyi függetlenségünket.”

A nemzetközi részvétel aránya bizonyítja a düsseldorfi vásárok világszínvonalát

A Messe Düsseldorf összesen 21 saját és 15 külső szervezésű rendezvényt tartott a központi vásárvárosában. A nettó 1,32 millió négyzetméternyi kiadott csarnokterületen 31.269 kiállító mutatta be újdonságait mintegy 1,4 millió látogatónak. Ezen kívül a kongresszusokat több mint félmillióan látogatták.

A nemzetközi kiállítók aránya a saját szervezésű düsseldorfi vásárokon ismét szignifikánsan magas, mintegy 70 százalékos volt 2014-ben. Mindenekelőtt a ProWein (82,5 százalék), a Valve World

A Messe Düsseldorf csoport:

A 2014-es évben elért 412 millió eurós árbevételével a Messe Düsseldorf vállalatcsoport ismét az egyik legsikeresebbnek bizonyult a német vásártársaságok körében. A düsseldorfi rendezvényeken az elmúlt vásári évben több mint 31.000 kiállító mutatott be termékeit 1,4 millió szakmai látogatónak. A kongresszusokat több mint félmillióan látogatták. A mintegy 50 saját rendezésű szakvásárral - ezek közül 24 elsősorban seregszemplével - és 80-100 Németországon kívüli rendezvénnyel a Messe Düsseldorf-csoport rendezvényei jelentik a világ egyik vezető színterét az export ösztönzésének. A Messe Düsseldorf világszerte ismert a beruházási javak szakvásárain mért nemzetközi részvétel tekintetében. A gépipari rendezvényeken 2014-ben a kiállítók mintegy 74 és a szakmai látogatók 65 százaléka Németországon kívülről érkezett a Rajna-parti vásárvárosba. A düsseldorfi vásárokat összesen mintegy 180 országból látogatják. A vállalatcsoport egész világra kiterjedő hálózatát 134 országban működő értékesítési irodák (73 külképviselet) és 7 országban kompetencia-központ alkotja.

SAJTÓKÖZLEMÉNYEK

Expo ipariszerelvény-vásár (79,5 százalékkal) és a MEDICA orvostechonikai szakvásár (77,7 százalékkal) tűnt ki nagyfokú nemzetközi részvétellel. A külföldi szakmai látogatók aránya szintén emelkedett és a saját szervezésű düsseldorfi rendezvényeken elérte a 38 százalékot. A Németországon kívüli látogatók aránya az interpack és a MEDICA esetében volt a legmagasabb 66, illetve 61,2 százalékkal. „Rendezvényeink világpiaci színvonala egyre több exportra törekvő beruházási döntéshozót vonz” – fejtette ki a vezérigazgató.

Termékcsaládokkal bővül a nemzetközi rendezvénykínálat

A nemzetközi rendezvények fejlesztése érdekében 2014-ben állították fel a „Messe Düsseldorf 2030” koncepciót: „Még inkább előtérbe helyezzük a nemzetközi termékcsaládjaink bővítését. Ezen kívül a düsseldorfi világmárkákat és a digitális szolgáltatásainkat akarjuk továbbfejleszteni” – jelentette be Dornscheidt úr.

Magyar részvétel

A magyar kiállítók és szakmai látogatók szintén nagyon kedvelik a düsseldorfi szakvásárokat. 2014-ben 88 kiállító és több mint 3000 szakmai látoga-



tó vett részt ezeken a rendezvényeken Magyarországról. Az exportfejlesztési szervezetek, a HITA illetve a Magyar Nemzeti Kereskedőház Zrt, valamint a Magyar Turizmus Zrt Agrármarketing Vezérigazgatósága három kiállításon szervezett közösségi standot a magyar kis- és középvállalatok számára: a ProWein-on több mint 30 magyar borászat mutatkozott be, az interpack-on 20 év után ismét létrejött a CSAOSZ szervezésében egy magyar nemzeti

stand. A MEDICA-n pedig hagyományosan közel 20 cég mutatkozott be a közösségi standon, és 10-nél is több magyar kiállító pedig önálló standon mutatta be legújabb orvostechonikai eszközeit, fejlesztéseit.

A legkedveltebb düsseldorfi szakvásárok a magyar kiállítók számára az EuroShop (kereskedelmi szakvásár), a MEDICA (orvostechonika), a ProWein (borászat) és az Interpack (csomagolótechnika) voltak.

Németországi munkahelyekre keresünk többéves gyakorlattal rendelkező hegesztőket

állás
HIRDETÉS

Az álláshoz tartozó elvárások:

- min. középfokú iskolai végzettség
- WIG (AWI) / MIG / MAG hegesztési eljárásokkal való tapasztalat
- érvényes hegesztési minősítések
- legalább alapfokú német nyelvismeret
- „B” kat. jogosítvány

Amit kínálunk:

- ingyenes közvetítés
- kollektív szerződés
- rendszeres havi fizetés, szabadság, betegbiztosítás
- túlóra lehetősége
- nyelvi továbbképzés lehetősége
- karácsonyi, -és szabadságpénz
- magyarul beszélő kapcsolattartó

Pár szó rólunk:

A Persona Service 1967-ben alakult Németországban. Célunk, hogy több mint 10.000 szerződésben levő cégünk számára megfelelő munkaerőt biztosítsunk, ügyelve szerződő feleink és alkalmazottaink megelégedésére. Alkalmazottainknak segítségére vagyunk a hivatali ügyintézők során (lakáskeresés, lakcím bejelentkezés, betegbiztosítás megkötése, bankszámla nyitás, adóhivatali intézkedések, esetleges családi pótlék kérvényezés). Felmerülő kérdéseikre szívesen válaszolunk telefonon, e-mailben, facebook-on magyarul / németül.

Győzzön meg minket szakmai tudásáról, és küldje el részletes jelentkezését!

Címünk:

maria.rohmueLLer@persona.de
Schmiedgasse 23a
87600 Kaufbeuren
+49 08341 95568 20
www.persona.de; Facebook: Rohmüller Márta



Jubileum az IGM-nél, 25 éves a hegesztő robotgyártás Magyarországon

Történeti áttekintés

Az IGM Robotersysteme Részvénytársaságot 1967-ben Bécsben jegyezték be Industrieeräte und Maschinenfabriks-Gesellschaft (röviden: IGM) kereskedőházként, mely elsősorban hegesztéstechnikai termékekre specializálódott.

A két alapító mérnök Günther Kloimüller és Franz Vokurka közül Vokurka úr még ma is aktívan dolgo-

zik és családja birtokolja a részvények többségi hányadát. A kezdeti lépések után a cég hamarosan áttelepült a wiener neudorfi ipari parkba, amivel kezdetét vette a saját ívhegesztő robotrendszer kifejlesztése.

Az első Limat 2000 hegesztőrobot 1979-ben jelent meg a piacon és akkoriban két hegesztő pisztolyával a legmodernebb berendezésnek számított. Már az első IGM robotnál is üreges

tengelyen kerültek átvezetésre a hűtővíz, védőgáz és elektromos kábelek. Ezzel már ekkor 720°-os pisztoly körülfordulás és kiváló hozzáférhetőség volt biztosítva.

A Limat 2000 típusú robotberendezés 1981-ben elnyerte az Osztrák Nemzeti Fejlesztési Díjat, ami ma is kiemelkedő elismerésnek számít a műszaki életben. (1. ábra)

Az első saját fejlesztésű RT280-5 öttengelyes csuklós hegesztő robot (2. ábra) 1983-ban került bemutatásra és ez volt az első olyan vevőspecifikus hegesztőrobot, amely már világszerte exportálásra került.

A fejlesztési munka folyamatosan haladt és napjainkban is töretlenül folyik.

A jelenleg legfrissebb robotszéria – a moduláris RTE 400 – már többféle



1. ábra.
Limat 2000 típusú robotberendezés

2. ábra.
RT280-5 típusú öttengelyes csuklós hegesztő robot



3. ábra. Az IGM győri üzemében eddig gyártott legnagyobb hegesztő robotportál

hegesztési eljárásához is alkalmazható. Jelenleg az IGM robotok felépítésénél a kinematikát tekintve kilenc forgótengely is alkalmazható, ami egyedülének számít a hegesztőrobotok területén.

Az IGM szakmai hírnevét a 80-as években alapozta meg, amikor sorozatban sikeresen teljesített számos megrendelést a nehézipar területén működő és magas minőségi követelményeket támasztó cégeknek.

Különösen ezen iparágban volt szüksége hosszú utazópályákra, melyeket az IGM akár 100 m hosszúságban is szállított. Standard méretekben túlmutató hídelemeknél, vagy hajógyártásnál nagyméretű portálrendszerek kerültek kifejlesztésre és ezzel már száz tonnánál nagyobb munkadarabok is hegeszthetővé váltak. Az alábbi képen



4. ábra. iCAM-S forgó lézercamera



5. ábra.



6. ábra.

az IGM győri üzemében eddig gyártott legnagyobb hegesztő robotportál (3. ábra) látható, melynek szélessége 25 m és magassága 14 m.

Robotrendszerek fontos integrált része a vezérlőszoftver, melyet az IGM saját mérnöki csapatával fejleszt. Rendkívül széleskörű alkalmazhatósága mellett a kezelők számára is igen könnyen tanulható. Lényeges előnynek számít, hogy a szenzorelemek teljesen integráltak a központi kezelőegységbe.

A portfólióhoz szorosan hozzátartoznak az IGM saját fejlesztésű szenzo-



7. ábra. Modern gyártócsarnok



8. ábra. Új bővítés a Kandó Kálmán utcában

ros érzékelő rendszerei. A tapintó és ívszenzor a legnépszerűbbek, az iLS lézér szenzor, továbbá iCAM fix és iCAM-S forgó lézercamera (4. ábra), melyekkel pontosan meghatározható a munkadarabok helye, egyértelműen követhető a varratárok és az eltérések is kiválóan kompenzálhatók.

Programozáskor nem kell a gyártást megszakítani, mert a robot saját programozó készülékének segítségével a hegesztés offline rendszerben íróasztal mellett is megbízhatóan programozható és konvertálható (5., 6. ábra).

Az IGM csoporthoz 1995-ben csatlakozott az elektronsugaras és lézertechnológiák területén úttörő müncheni Steigerwald Strahltechnik GmbH.

A MIG/MAG, AWI, plazma és lézertechnológiákban specialista bad sodeni Oxitechnik vállalat meghatározó tulajdonhányada 1997-ben került az IGM-hez.

Magyarországi történelmet tekintve a 90-es években szoros együttműködés alakult ki a Mezőgép Vállalat és IGM között, ami a rendszerváltás után vegyesvállalati formában folytatódott. 1990 óta az IGM Csoport meghatározó gyártási hányada Győrben történik, elsősorban jól ismert hazai beszállító cégekkel.

A csoporthoz 1999-ben csatlakozott a Polysoude francia cég, amely vezetők közé tartozik az orbitális és felrakóhegesztések területén.

2002-ben Győrben épült fel az új szerelő és gyártócsarnok, valamint jelentős megmunkálási kapacitásbővítés is történik. Ezen új fejlesztés jelentősen megerősítette az IGM további piaci szereplését. Ily módon a gyártási idő



9. ábra. Az IGM saját fejlesztésű iCAM lézercamera

lerövidült, és még több robotrendszer megvalósítása vált lehetségessé.

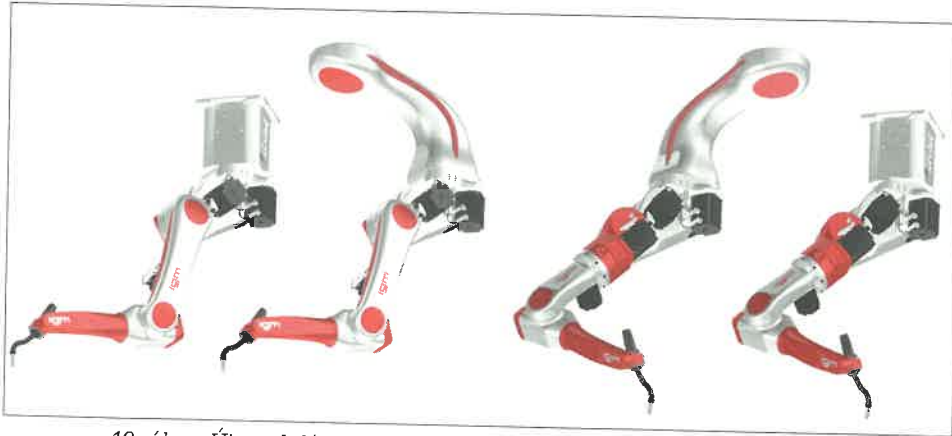
2006-ban Holdingként létrejött a Global Welding Technologies Zrt az IGM Robotersysteme AG, a GBT – Global Beam Technologie – (SST/PTR), a Polysoude és az Oxytechnik cégek részvételével. Ezzel a cégcsoport az ívhegesztéstől kezdve a lézercsugárhegesztésig a modern hegesztési technológiák egész spektrumát lefedi.

Fő kompetenciák:

- Hegesztéstechnológiák automatizálása
- Alkalmazásorientált metallurgia
- Felhasználóbarát kezelés és programozás
- Gyártásorientált berendezések gyártása

Ezen belüli megoldások és fő szakmai területek:

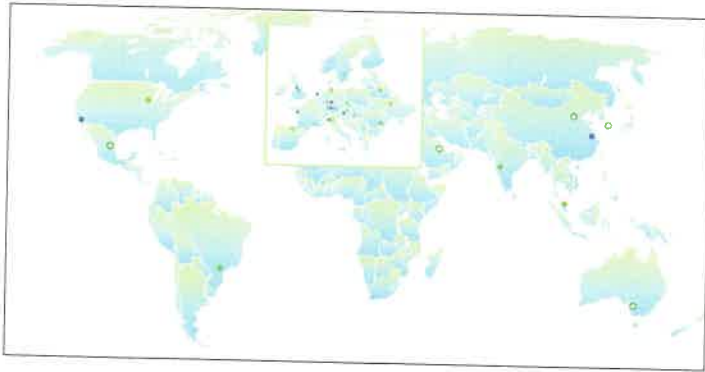
- Hegesztőrobotok és hegesztő célgépek,
- Automatizált komplett gyártórendszerek FMS (rugalmas gyártó cellák),
- MIG/MAG egyhuzalos és kéthuzalos TWIN eljárások,
- AWI hideg-, meleghuzalos és két-elektrodás TIGer eljárások,
- Elektronsugaras hegesztés, hőkezelés és fúrás (SST/PTR),
- Plazmaívhegesztés és plazmavágás,
- Lézersugaras hegesztés, lézerhibrid eljárások,
- Felrakó hegesztések (Polysoude),
- Orbitális hegesztések (Polysoude),
- Keskenyrés-hegesztés,
- Kavaró (lineáris) dörzshegesztés FSW,
- Automatizált láng- és plazmavágás iBS,



10. ábra. Új moduláris robotrendszer az RTi 400 és az RTE 400 széria



11. ábra. Elektronsugaras berendezés.



12. ábra. Szervízhálózat.



13. ábra. IGM hegesztőrobot



14. ábra. Talajgyalú és lánctalpvezető acélváz

re használják. Az EB technológia a hegesztés területén is rohamosan fejlődik.

A Global Welding Technologies Zrt kereskedelmi és szervízhálózata világszerte kiépült (12. ábra). A robotos alkalmazások egyik vezető piaci szereplőjeként az IGM aktívan jelen van az üzleti életben.

Jó példa erre a több évtizedes együttműködés a nagy múltú Liebherr céggel.

A Liebherr üzemeiben már a 90-es évektől sikeresen alkalmazzák az IGM hegesztő robotokat (13. ábra).

A cég telfsi üzemében a héttengelyes IGM robotok alkalmazásával a kézi hegesztéssel szemben 60% időmegtakarítást realizáltak. A robotokkal 40 – 60 tonnás talajgyalukhoz és buldózerhez lánctalpvezető acélvázakat hegesztenek (14. ábra). Korábban ezen elemek hegesztése három kézi hegesztőhelyet igényelt, ahol három műszakban dolgoztak. Az üzem több, mint 20 éve kezdte el a robotok alkalmazását és jelenleg 8 IGM hegesztő berendezéssel rendelkeznek.

A vállalat talajgyaluk és rakódó buldózerek mellett csővezeték ásó és más

földmunkagépeket is gyárt. A gépek a lehető legmostohább körülmények között dolgoznak, ezért a Liebherr a legmagasabb minőségi követelményeket támasztja az egyes gépegységekkel szemben, melyeket saját üzemében gyárt. Ez a

- követelmény a nagy terhelésű részegységekre is vonatkozik, melyek hegesztése már 1988 óta IGM robotokkal történik. Évente 20.000 tonna acél és 1.200 tonna
- hegesztő huzalelektroda kerül felhasználásra.

A 450 dolgozóból 90 három műszakban a szerelésnél dolgozik, ahol hegesztenek. A cég kizárólag megrendelésre gyárt, ezért minden munkagép gyártása egyedi és speciális követelményeket támaszt a szakemberekkel szemben.

A gyártási minőség-ellenőrzés a munkatársak felelősségtudatán alapszik. Kiszállítás előtt minden munkagépen végső minőség-ellenőrzés történik. Heti auditokkal a szükséges változtatások időben felismerhetők és hatékonyan végrehajthatók.

A fűző hegesztéshez Hefeteléshez a hegesztendő elemeket készülékbe fog-

– Automatizált ellenállás és plazma ponthegesztések.

2008-ban jelent meg az IGM saját fejlesztésű iCAM lézerekamera (9. ábra), majd 2011-ben az új moduláris robotrendszer az RTi 400 és 2015-ben az RTE 400 széria (10. ábra).

2014-ben megszületett a döntés az elektronsugaras (11. ábra) berendezések győri gyártására, amelyhez a legnagyobb lökést az Audi megrendelése jelentette, ahol az elektronsugaras technológiát elsősorban felületi edzés-



15. ábra. A berendezés két utazópályán mozgatható forgókonzolos oszlopból és kettő darab héttengelyes RTi 499 típusú függesztett robotból áll.

ják és ahol szükséges ott ideiglenesen előfeszítik a termikus feszültségek kiegyenlítésére. Fűzés után a munkadarab készen áll a robotos hegesztésre. A berendezés két állomásból és két függesztett robotból áll, míg az egyik állomáson hegesztenek a robotok, addig a másikon a kezelő kiveszi a forgatóból a hegesztett szerkezetet, majd a következő munkadarabot rögzíti a manipulátorban. Olyan kisebb varratoknál, ahol a programozás túl bonyolult lenne, ott kézi hegesztéssel fejezik be a munkát. Állomásváltásnál a füstel szívó ernyő együtt utazik a robotokkal.

Növelt hozzáférhetőség a hetedik tengely és ívelt kar alkalmazásával

A berendezés két utazópályán mozgatható forgókonzolos oszlopból és kettő darab héttengelyes RTi 499 típusú függesztett robotból áll (15. ábra). Helytakarékos kialakítása szorosan il-

leszkedik a cég eddigi koncepciójához. A manipulátor tengelyek az utazópályával három párhuzamos vonalat képeznek. Mindkét robot azonos pályán utazik, mely a forgatók között helyezkedik el és a felső forgó konzolok felváltva mozognak az utazópálya két oldala között.

A berendezés különlegessége mindkét robotnál a hetedik tengely alkalmazása. Az ívelt forgó karok a konzolok és a függesztett helyzetben rögzített robotok között helyezkednek el, ezzel a hatósugarak 700 mm-el 2.600 mm-re nőnek. Ez nem csak 30%-os munkatér növekedést biztosít, hanem növeli a hozzáférhetőséget és rugalmasabb együttműködést is biztosít a két robotnak. Mivel a felső forgó konzol $\pm 180^\circ$ -ban tud elfordulni, forogni, ezért a munkatartományon belül minden hegesztési pozíció, minden-

féle irányból jól elérhető. Kiegészítő tengely alkalmazásával lényegesen lecsökken a robotok ütközésének veszélye is. A robotok igen közeli hegesztési varratoknál képesek egyidejűleg úgy hegesztetni, hogy a működési tartományok átfedik egymást. Például az egyik robot egy U-alakú munkadarab belső, míg a másik robot a munkadarab külső oldalán hegeszt.

Mindkét robot egyidejűleg képes dolgozni minden manipulátor állásnál. A megfelelő hegesztési sorrend lényegesen könnyebben programozható és ezzel az elhúzóadások lényegesen csökkenthetőek. Ezen túl olyan varratok is hegeszthetők robottal, melyek programozása az ütközések elkerülése miatt korábban körülményesek voltak és ezért csak kézzel lehetett hegesztetni.

A hegesztési program az egyik állomásról a másikra könnyen tükrözhető, ezzel jelentős programozási idő takarítható meg.

A robotberendezéssel ma is jobb, ill. baloldali görgős lánctalpvezető szerkezeti elemeket gyártanak 40 – 60 tonnás munkagépekhez.

A hegesztő cella a két héttengelyes robottal együtt összesen 20 vezérelt tengellyel rendelkezik. Mindkét robot forgókonzolos függesztőállványa közös lineáris utazópályán mozog. Ehhez jönnek az ellencsapágyas egytengelyes forgatók, ahol a szabadonfutó oldal a munkadarab hosszának megfelelően állítható.

A forgató manipulátorok a munkadarab teljes elérhetőségét biztosítják 1.000 mm átmérőig és ezzel a hegesztések mindig vályú vagy vízszintes helyzetben történnek.

iCAM lézercamerák és nagyteljesítményű hegesztő pisztolyok

Mindkét hegesztőrobot lehelyezhető és felvehető iCAM lézercamerával rendelkezik. Ezekkel előzetesen több



16. ábra. Kölcsönös tapasztalatcsere, eredményes együttműködés



17. ábra. Robot tandem pisztoly

pillanatfelvétel (snap-shots) készíthető a hegesztési varratokról, majd utána automatikusan le?? helyezésre?? mentésre?? kerülnek. A kameramozgással felvett adatok a hegesztési paraméterek kiválasztásában segítenek. Kiegészítésül használjuk még a gázterelőhüvelyes (gázterelőhüvelyre szerelt???) tapintószenzort a munkadarab pontos pozíciójának meghatározásához, valamint az ívvezérelt szenzort, amely a hegesztőpisztolyt a varrat mentén online vezeti.

Az új héttengelyes hegesztőrobotok mellett további három robotrendszer is található, melyek a pontos varratkövetéshez iCAM lézerekamerával is felszereltek. Az IGM által kifejlesztett 150 mm látótávolságú vonalpásztaázós kamera közvetlenül integrált a robotvezérlésbe és PHG kézi programozó készülékkel egyszerűen programozható.

A készülék színes kijelzője online mutatja a kamerajeleket és azok kiértékelését. Automatikus lézertartomány figyelés optimális felismerést, továbbá pontos mérőjel kiértékelést garantál. Ezzel lehetővé válik hegesztési illesztési?? rések analízise közvetlenül a berendezésen.

A folyamatosan változó hegesztés előtti varratgeometriát a kamera szenzorjelei közvetítik a vezérlőszekrénybe felé, amely a hegesztés alatt online szabályozza a hegesztési sebességet, a teljesítményt, a lengetés szélességét, és a huzalelektroda előtolását. Minden mért érték a varratkeresztmetszettel együtt feljegyzésre kerül és a hegesztés után bármikor előhívható.

Összességében jelenleg nyolc IGM robotberendezés működik megbízhatóan a Liebherr-Werk Telfs GmbH ausztriai üzemében és ezek közül néhány már több mint két évtizede, ilyen például az 1988-ban telepített Limat RT 280-6 robot. A hattengelyes hegesztőrobot felváltva dolgozik két munkaállomás között és a berendezés 9 külső tengellyel is rendelkezik. A manipulátor tengelyek ennél a rendszerrel nem pozícióvezéreltek, hanem manuálisan a kívánt helyzetbe forgathatók. Egy évvel később egy új RT 280-6 berendezés került telepítésre, amely már 13 külső tengellyel rendelkezik.

2008-ban a Liebherr több IGM RSX berendezés gyártására adott megbízást.

Ezek közül az egyik RTE 330 típusú, mely koncepciójában azonos az RTE 496 hegesztő robottal. Mindkét függesztőállvány forgó konzollal rendelkezik, melynek oszlopa közvetlenül

a manipulátor házra rögzített. Az elsőnek említett robottal 500 kg tömegű munkadarabok, míg a másodikkal 1 tonna tömegű kompakt munkadarabok hegeszthetők.

Szintén 2008 óta működik egy két állomású RTi 330 hegesztőrobot, mindkét oldalon egy-egy L-manipulátorral különböző talajgyalú futómű részegységek hegesztéséhez.

Egy másik hasonló évjáratú RTi 330 berendezés bulldózerekhez gyárt tolólapokat és keresztartó szerkezeteket.

Ebben az esetben a robot utazópályája két manipulátor között helyezkedik el és a függesztőállvány felső forgó konzoljának segítségével a robot felváltva mindkét állomáson tud dolgozni. A manipulátorok egytengelyes ellencsapágyas forgatók. A követelményeknek megfelelően a robot automatikusan cseréli a tandem vagy egyhuzalos pisztolyokat (17. ábra).

Tandem eljárást fedővarratnál alkalmaznak, ahol nagy leolvadási teljesítményre van szükség, míg az egyhuzalos eljárást gyökhegesztésnél használják.

Ha például az első ívgyújtás nem sikerülne és a salakosodás nem megfelelő, akkor a robot kissé elmozdul és önműködően ismételtlen gyújt, ami megakadályozza a berendezés teljes leállítását és a program megszakítását.

Liebherr 2009-ben egy újabb RTi 330 robotberendezést helyezett üzembe két manipulátorral bulldózer hátsó felszakító elemek hegesztésére. A jelentős 4 tonna tömegű szakító karok forgó tárcsán rögzítettek és két acélgerenda között helyezkednek el. A robot hat alaptengelyen kívül függőleges, valamint keresztirányú mozgítás is adott és a felső lineáris szánrendszer további szabadságfokot biztosít.

Ezen kívül minden egyes manipulátoron több tengely is programozható, vagyis a magasságállítás, készülékforgatás és befogás állítás. A manipulátorok alatt kialakított árok lehetővé teszi a munkadarabok egyszerű kivételét és behelyezését.

Liebherr miért az IGM robotrendszereket választotta?

Az IGM a 80-as évek óta egyedüli olyan cég volt, amely ki egy munkadarabon egyidejűleg két robottal is tudott hegeszteni, amit a Liebherr több üzemében is alkalmazva jó tapasztalatokat gyűjtött és elégedett volt a cég berendezésével és szolgáltatásaival.

Ezért a telfsi Liebherr GmbH az alapítástól fogva az IGM céggel dolgozik együtt és az évek folyamán kiváló együttműködés, valamint aktív tapasztalatcsere valósult meg.

A kézi ívhegesztéssel szemben a robotberendezések alkalmazása pozitív kihatással volt a vállalat költségvetésére és jelentős megtakarítást mellett megbízható minőséget is eredményezett.

Liebherr célja nem a munkahelyek leépítése volt, hanem a versenyképesség megőrzése, a darabszámok növelése és a gyártás bővítése. A termelés bővítésével és a robotok alkalmazásával továbbra is nagy igény mutatkozott a jól képzett minőségi hegesztők iránt. A legjobb robotprogramozók a kézi hegesztők közül kerültek ki.

További információk:

IGM Robotrendszerek Kft H-9027 Győr Csörgőfa sor 1. www.IGM-group.com

Összeállította: Timcsák István, Erdő Imre
Irodalom: Martin Wohlgenannt Liebherr

Tájékoztatjuk tisztelt olvasóinkat, hogy az MHE/ANBCC által az EN ISO 3834 valamint az ISO 3834 szerint tanúsított cégek listáját a www.mhte.hu weboldalon, a Tanúsítványok, Akkreditáció-ra kattintva, az MHE által kiadott tanúsítványok alatt tekinthetik meg.

Az MSZ EN ISO 3834 szerint tanúsított cégek listáját pedig a www.mhte.hu oldalon az EWF/IIW képzés, tanúsítás-ra kattintva az Információs lapok alatt olvashatják.

 **Speedglas™**
3M™ Speedglas™ 100 design hegesztőpajzs

corweld.hu



Ma **milyen**
hangulatban
vagy?

megérkeztek

az új 3M™ Speedglas™ 100 design hegesztőpajzsok



Corweld Plus Kft.
1119 Budapest, Andor u. 60.
+36 1 208 4641
office@corweld.hu
www.corweld.hu

 **szakértő**
kereskedelem



Óriási megtakarítások a kényyszerhelyzetű varratok hegesztésében

A HEXA-METAL Kft. Katona Sándor ügyvezető és Hüse Imre műszaki vezető irányításával eltökélten halad a technológiai fejlesztés útján.

A cég – a közel negyed évszázados fennállása alatt – a szakmai fejlődés és a növekedés példamutató útját járta be. A fejlődés iránti elkötelezettség ma is töretlen, amit mi sem bizonyít jobban, mint az a tény, hogy a HEXA-METAL Kft. vezetői elsők között jelezték igényüket a *Rehm-Partner-Program*ban való részvételre. Gazdag szakmai tapasztalataik ellenére, vagy talán éppen ennek köszönhetően, nyitottak voltak arra, hogy a legnehezebb hegesztési feladataikhoz kipróbálják a *Rehm-Partner-Program* által kínált korszerű technológiai megoldásokat.

A feladatok ismertetése

A fejtörést okozó feladatok egyik csoportja az összetett hegesztett gépszerkezetek belső, nehezen megközelíthető, kényyszerhelyzetű varratainak gazdaságos és a minőségi elvárásoknak megfelelő hegesztése volt.

Az 1. ábrán látható 16 m hosszú fúróberendezés-alváz szerkezetéből adódóan – a belső, félig zárt térben lévő függőleges és vízszintes sarokvarratok hegesztése, a szűk hozzáférési lehetőség miatt – komoly nehézségeket okoz a hegesztőknek.

A hozzáférés nehézségének szemléltetésére a 2. ábra szolgál, melyen látható, hogy a hegesztőnek a belső varratok hegesztéséhez egy 180 mm átmérőjű lyukon keresztül kell benyúlnia a pisztollyal, hogy a vele



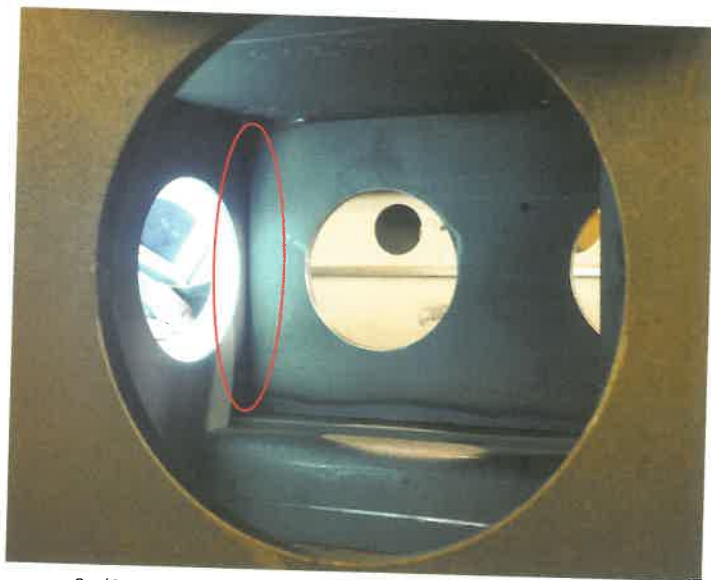
szemben található varratokhoz hozzáférjen.

A 3. ábrán jelölt belső merevítő bordák és az oldalfal találkozásánál lévő, 300 mm-es hosszúságú, függőleges sarokvarratokat eddig PF pozícióban, lentről felfelé, lengetve hegesztették, ahogy az „a nagy könyvben meg van írva”. A függőleges helyzetben történő hegesztésnek az oka az, hogy a gyártás adott fázisában nehezen oldható meg a szerkezet forgatása.

A hagyományos technológiát képviselő hegesztőgépek és a függőleges pozícióban használt alacsony áram-



1. ábra. Önjáró fúróberendezés alvázának hegesztése



3. ábra. Hegesztő rálátása a függőleges sarokvarratra



2. ábra. A hegesztő rálátása a szerkezet belsejében lévő függőleges, és vízszintes sarokvarratokra



4. ábra. REHM MEGA.Puls FOCUS berendezés

erősség-értékek miatt rövidzárlatos anyagátmeneti teljesítmény-tartományban dolgoztak.

Az alkalmazott teljesítménytartomány, a vele párosuló anyagátmenet és a rendkívül nehéz hegesztési pozíció együttesen jelentős fröcskölést eredményezett. A hegesztési sebesség és így a termelékenység nagyon alacsony. A fásztó, kényelmetlen pozíció és a nehéz hozzáférés miatt a varratok külalakja erősen inhomogén, ami a legtöbb ilyen esetben sajnos természetes.

A fröcskölés eltávolítása és a varrathibák javítása szintén heroikus teljesítményt követel a dolgozóktól, mivel a szűkös terekben, kis lyukakon keresztül ezek nagyon nehéz és rendkívül időigényes feladatok.

A FOCUS.PULS eljárásváltózat alkalmazásának pozitív hatásai

A munka megkönnyítése, a minőség javítása és a termelékenység fokozása érdekében a 4. ábrán látható REHM MEGA.PULS FOCUS gépet „vetettük be”, annak is a már sokfelé ismert FOCUS.PULS eljárásváltózatát.

A megoldásban ezen eljárásváltózatnak az alábbi jellemzőire építettünk:

- Az alacsony hőbevitellel párosuló fókuszált ív következtében függőlegesen lefelé történő hegesztési pozícióban (PG) is biztonságos beolvadást eredményez, miközben az ömledék nem folyik le.
- Az extrém rövid ív következtében (az ív mélyen a fürdőbe nyomva ég) a folyamat kiválóan szemmel tartható, a hegesztő jól látja, hogy mi történik az ömledékben.
- Nem érzékeny a pisztolytartásra.
- Az ív bizonytalan pisztolyvezetés esetén is rendkívül stabil.
- Bizonytalan pisztolyvezetés esetén is nagyon csekély a fröcskölés.

A technológiai vizsgálatokat követően, amelyek a HEXA-METAL Kft. szakembereit is meggyőzték és biztosították őket a minőségi elvárásoknak való megfelelésről, „hadrendbe állítottuk a csoda-fegyvert”.

A szabályozott cseppátmenetnek köszönhetően a fröcskölés mértékében jelentős javulás volt tapasztalható, így az utómunkálatok időszükséglete is lényegesen lecsökkent. A FOCUS.PULS eljárásváltózat által biztosított stabil ív és megbízható beolvadás lehetővé tette, hogy a függőleges sarokvarratokat a korábbi PF pozíció helyett főntről-lefelé, vagyis PG pozícióban hegesszék, ami egyrészt a hegesztők számára ké-

nyelmesebb, másrészt a 300 mm-es sarokvarrat elkészülési idejét számottevően lecsökkent. Ezt jól mutatja, hogy amíg korábban, a PF pozícióban történő rövidzárlatos hegesztésnél 150 A áramerősséget és a hozzá tartozó 3,2 m/perc huzalelőtolási sebességet alkalmaztak, addig a FOCUS.PULS eljárásváltózat esetében, PG pozícióban ugyanezek a varratok 200 A áramerősség mellett 8 m/perc huzalelőtolási sebességgel készültek. Megmértük a két eljárásváltózat hegesztett sarokvarratok elkészítési idejét, ami a hagyományos eljárás alkalmazásával kb. 140 s volt, míg az új eljárásváltózattal ez a módosított hegesztési pozícióval ez az idő 30-35 s-ra csökkent, ami 75 %-os időcsökkenést, illetve 75 %-os termelékenység-növekedést jelent.

Egy 300 mm hosszú sarokvarrat esetében az időmegtakarítás 105 s, azonban a 16 m-es szerkezeten 25 ilyen belső merevítő borda van, amelyeken oldalanként 2-2 sarokvarrat található. Így az összes időmegtakarítás – csak ezeknél a függőleges sarokvarratoknál – közel 3 óra hegesztési fődőt tesz ki.

A 3 óra időmegtakarításnak köszönhetően, 16 l/perc térfogatáram érték-

kel számolva, kb. 2880 l-el kevesebb védőgáz fogyott a merevítő bordák hegesztése során.

A hegesztési időmegtakarítás gazdasági vonzatai

Jelen számításainkhoz becsült adatokat használtunk, de konkrét adatok behelyettesítésével mindenki a saját üzemi körülményeire vonatkoztathatja a megtakarítási potenciált. Egy hegesztő rezsioradíját 5.000,- Ft-ban határoztuk meg, ami a saját bérköltségek mellett a teljes személyi és üzemi általános költségeket is tartalmazza. Fontos kiemelni, hogy költségszámítás nem a teljes szerkezetre, csakis a szerkezet belső, 25 merevítő bordáján lévő 300 mm-es sarokvarrat elkészítésére vonatkozik. Az előzőekben megállapított időmegtakarítást megszorozva a hegesztői rezsioradíjjal azt kapjuk, hogy a költségcsökkenés 15.000,- Ft.

Kevesebb tisztításból eredő megtakarítás számítása

A hegesztők rezsioradíján kívül a varratok tisztításából eredő költségmegtakarításra is végeztünk számításokat. A hagyományos eljárásváltózattal ké-



5. ábra. Bal o.: PG pozícióban, FOCUS.PULS eljárásváltózattal hegesztett sarokvarrat.
Jobb o.: PF pozícióban, hagyományos eljárásváltózattal hegesztett sarokvarrat

szült varratok varratméterenkénti tisztítási időigénye kb. 10 perc. A *FOCUS.PULS* eljárásvaltozatból eredően lecsökkenő fröcskölésnek köszönhetően ez az idő jelentősen rövidül, varratméterenként kb. 3 percre, ami 70 %-os megtakarítás. A merevítő bordák sarokvarratainak teljes hossza 30 m, így az erre vonatkoztatott tisztítási időmegtakarítás az új eljárásvaltozat alkalmazása mellett 3,5 óra. Ezt megszorozva a tisztítást végző dolgozók rezsioradíjával (kb. 3.600,- Ft/óra) 12.600,- Ft.

A korszerű *FOCUS.PULS* eljárásvaltozat alkalmazása és a hegesztési pozíció megváltoztatása a következő előnyöket jelentette a szerkezet függőleges sarokvarratainak hegesztésénél:

- kényelmesebb hegesztési pozíció
- megbízható beolvadás
- homogénebb, szebb varratfelület
- jelentősen rövidebb ívdők → jelentős idő- és költségmegtakarítás
- kevesebb fröcskölés → jelentős utómunka megtakarítás
- kevesebb védőgázfelhasználás

A *FOCUS.PULS* eljárásvaltozat alacsonyabb hőbevitelének jelentősége

A belső merevítő bordák és az alaplemez közötti vízszintes, 600 mm hosszúságú sarokvarratok esetében összehasonlítottuk – ugyanazon huzalelőtölési érték mellett – a hagyományos és a *FOCUS.PULS* eljárásvaltozat által bevitt hő mennyiségét.

A huzalelőtölési érték 9,5 m/perc volt mindkét eljárásvaltozat esetében, az eltérés a hegesztő áramerősség és ívfeszültség értékekben mutatkozott meg. A hagyományos eljárás esetében

az áramerősség a fenti előtölési érték mellett 300 A, az ívfeszültség 32 V volt, míg *FOCUS.PULS* eljárásvaltozatnál ugyanehhez az előtöléshez mindössze 250 A és 30 V párosult.

Ezekből az értékekből az MSZ EN 1011-1 szabvány alapján kiszámítottuk a vonalenergiákat:

$$E_{vFOCUS} \approx 857 \frac{J}{mm}$$

$$E_{vHAGYOMÁNYOS} \approx 1097 \frac{J}{mm}$$

A fent számolt vonalenergia értékekből látható, hogy kb. 22 %-kal kevesebb a bevitt hő mennyisége a *FOCUS.PULS* eljárásvaltozattal, ami jelentős érték a szerkezet deformációjára gyakorolt hatás szempontjából. A vonalenergia értékének fent megadott eltérése két irányban is szabadságot biztosít a felhasználóknak:

- A hagyományos eljárásvaltozatokhoz képest – ugyanazon huzalelőtölési érték mellett – a *FOCUS.PULS* eljárásvaltozat biztosította alacsonyabb áramerősség és ívfeszültség értékeinek köszönhetően csökkenthető a bevitt energia.
- Azonos áramerősség és ívfeszültség értékekhez nagyobb huzalelőtölési sebesség párosul, vagyis változatlan hőbevitel mellett a *FOCUS.PULS* eljárásvaltozatnál növekszik a termelékenység.

A *Rehm-Partner-Program* során nem csak a korszerűbb technikák alkalmazásával tudunk jelentős eredményeket elérni, hiszen az eredményes munkához a kiváló gépek mellett a hegesztő munkáját könnyítő felszerelésekre is szükség van.

Jelen esetben – a varratok elérése érdekében – 450 mm hosszú pisztolyokat alkalmaztak, így azonban még a hegesztő kezének is a szerkezeten belül kellett lennie ahhoz, hogy elérje a varratokat. A 450 mm nyakhossz helyett 800 mm-es pisztolyokat alkalmazva a munkavégzés sokkal könnyebb lett.

Így a hegesztőnek a markolatot tartó keze a szerkezeten kívül maradhatott, a másikkal pedig belül fogva a nyakat sokkal biztosabbá vált a pisztolyvezetés. Ezáltal a munkavégzés könnyebb lett, a hibák veszélye pedig a *FOCUS.PULS* eljárásvaltozattal párosítva minimálisra csökkent.

Külső hosszvarratok hegesztésének gépesítése

A szerkezet külső, haránthelyzetű, közel 16 m-es, hosszirányú varratait (tompavarratos T-kötések) a hegesztők eddig kézzel készítették. A varra-



8. ábra. Belső varratok hegesztéséhez alkalmazott pisztolyok



6. ábra. A szerkezet tisztítása



7. ábra. Hegesztő rálátása a vízszintes sarokvarratokra



9. ábra. Bal o.: Pisztolytartás 800 mm-es pisztolyokkal.
Jobb o.: Pisztolytartás 450 mm-es pisztolyokkal

hosszvarratok hegesztés idejének csökkenése tehát két részből adódik össze:

- az egyik része az, hogy a kocsi alkalmazása időmegtakarítást eredményez, mivel nem kell megszakítani a varratot, és nagyobb hegesztési sebesség alkalmazható,
- a másik része az, hogy a FOCUS.PULS eljárásvaltozattal a korábbi két sor – gyöksor és takaró sor – helyett egy sorból tudtuk a varratokat elkészíteni.

A FOCUS.PULS eljárásvaltozat a hagyományosnál lényegesen „hidegebb”, ami kisebb ömledéket eredményez, nagyobb leolvadási teljesítmény mellett is. A fókuszált ív erőteljes ivnyomásával párosuló kisebb hőbevitelnek köszönhetően az ömledék nem folyik le, nem tapasztalható szegélykiolvadás, a varrat felülete esztétikus és homogén, vagyis szép.

Annak érdekében, hogy megtakarítási számításokat tudjunk végezni, le-mértük az azonos hosszúságú varratok elkészülési idejét. A mérések alapján, a varratsorok hegesztése kézzel egyenként 30 percig tartott, míg kocsi alkalmazásával mindössze 20 percig. Ehhez hozzáadódik, hogy kézzel két sorból, a kocsi és a FOCUS.PULS eljárásvaltozat párosításával egy sorból készültek a varratok, így összesen 40 perces csökkenést értünk el egy kb. 16 m-es tompavarrat esetén, ami szintén közel 70 %-os időmegtakarítás.

A belső sarokvarratoknál tárgyalt re-zsióradij-adatokkal számolva, egyetlen haránthelyzetű tompavarrat elkészítése esetén kb. 3.000,- Ft megtakarítást jelent az új eljárásvaltozat alkalmazása. A 12. ábrán látható, hogy a varrat környezete teljesen fröcskölésmentes,

tok ennek ellenére egyenletesek és jó minőségűek voltak, azonban a hosszúságukból fakadóan indokolt azok gépesítése. Ezen varratok elkészítéséhez ezért hegesztőkocsit állítottunk a termelésbe (11. ábra) aminek az alábbi előnyei mutatkoztak:

- A hegesztőkocsi alkalmazása esetén nem a dolgozónak kell vezetnie a pisztolyt, azt a kocsi végzi helyette.
- Kevesebb a megállás és így a mel-lékidő.
- A varratot nem szükséges megszakítani így javul a minőség.
- Magasabb hegesztési sebesség ér-hető el, így javul a termelékenység.
- Egyenletes, szép varratok készülnek, ami megnyeri a vevőt.

A hegesztőkocsi és FOCUS.PULS eljárásvaltozat alkalmazásával a



10. ábra. Weldycar hegesztőkocsi



11. ábra: Az oldalfal hosszvarratainak hegesztése Weldycar hegesztőkocsival

így annak tisztítása nem szükséges, míg a hagyományos eljárással ezen varratok esetén varratméterenként kb. 5 perc tisztítási időtartammal számolhatunk. A tisztítás elhagyásával egy 16 m-es tompavarrat esetén 4.800,- Ft megtakarítás érhető el.

Itt szeretnénk újra felhívni a figyelmet arra, hogy a hegesztési fődíj-megtakarításokkal arányos mértékű a védőgáz-megtakarítás is.

Hídaru gerenda diafragmáinak hegesztése

A HEXA-METAL Kft. által gyártott termékek között kiemelt szerepet töltenek be a különböző teherbírású hídarak és a daruk mozgatásához szükséges pályaelemek gyártása. A hídaru fő szerkezeti elemének számító gerenda (13. ábra) kialakítása a teherbírás-tól függően változik, azonban minden típusnál megtalálhatóak a gerincle-

mezek között a gerenda merevségét biztosító diafragmák. A gerenda többi, fedettív hegesztő-automatával készülő varratától eltérően, a diafragma és a gerinclemez közötti szakaszos sarokvarratok hegesztéséhez védőgázos huzalelektrodás ívhegesztő eljárást alkalmaznak. A gerenda típusától függően a gerinclemezek közötti távolság 190–1500 mm között változik. Kisebb teherbírású daruk esetén a gerinctávolság is kisebb, ebben az esetben azonban a gerinclemezek közötti szűkös térben megnehezül a hozzáférés a varratokhoz. Ahogy a 14. ábrán látható, a hegesztő alig fér el a lemezek között, így a munkavégzés feltételei korántsem ideálisak.

Az optimális pisztolypozíció biztosítása a szűkös térben nem lehetséges, így a hegesztőív is az ideálistól eltérő szögben ég, amely fröcsköléshez, egyenetlen varratfelülethez és nem megfelelő beolvadáshoz vezet.

Hasonlóan a már korábban említett alvázszerkezet belső, függőleges sarokvarrataihoz, a diafragmák sarokvarratának elkészítésénél is a legcélravezetőbb a PG hegesztési pozíció. Hagyományos eljárásváltozatot használva viszont a beolvadás hiányosságai miatt nem garantálható a megfelelő minőség.

Az 1. pontban már említettük, hogy kísérleteket végeztünk FOCUS.PULS eljárásváltozattal, melynek sajátos jel-



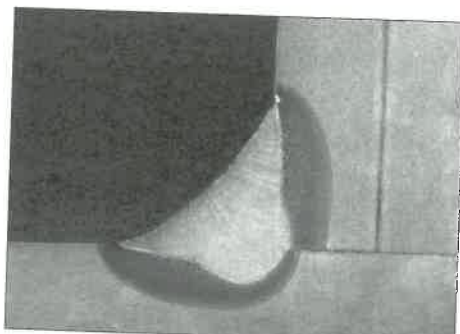
12. ábra. Az alkaltrészek illesztése hegesztéshez, majd a készrehegesztett hosszvarrat



13. ábra. Hídaru gerinclemeze a keresztirányú diafragmákkal, és a bejelölt szakaszos sarokvarratok helyeivel



14. ábra. A diafragmák hegesztéshez rendelkezésre álló hely



15. ábra. FOCUS.PULS eljárásváltozattal készült sarokvarrat csiszolata (PG pozícióban)



16. ábra. Bal o.: Diafragma sarokvarrata hagyományos eljárásváltozattal, PG pozícióban hegesztve
Jobb o.: Diafragma sarokvarrata FOCUS.PULS eljárásváltozattal PG pozícióban hegesztve



A balmazújvárosi HEXA-METAL Kft. 1991-ben alakult. Jelenleg 135 főt foglalkoztat. Az elmúlt évek során folyamatosan növelték termelésüket. A 2014-es árbevételük kb. 2,5 milliárd forint volt.

Fő gyártmányaik:

- Híddaruk és darupályák.
- Közművezeték- és alagútívűró gépek egyedi acélszerkezeti elemei.
- Földmunkagépek és rakodógépek alkatrészei.
- Egyéb hegesztett és forgácsolt gépalkatrészek, konténerek és épület acélszerkezetek.

Termelési tevékenységüket összesen 4300 m²-es alapterületű daruzott csarnokokban végzik, melyet egy 600 m²-es forgácsoló, 1300 m² szerelő és 650 m² festő-csarnok egészít ki.

ISO 9001 szerinti minőségirányítási rendszert működtetnek. DIN 18800-7E, DIN 15018, ISO 3834-2 és EN 1090 tanúsításokkal rendelkeznek.

További adatokat, referenciákat ismerhetnek meg a www.hexa-metal.hu internetes oldalon.



lemzője a hegesztőív fókuszálása, ezáltal pedig hőbevitel koncentrációja, aminek köszönhetően csökkenthető az ömledék előrefolyásának veszélye.

A PG pozícióban hegesztett varratok technológiai vizsgálatának részeként készített makrócsiszolat a 15. ábrán látható.

A hagyományos és a FOCUS.PULS eljárásvaltozattal készített PG pozíciójú sarokvarratok összehasonlítására – melyek már magán a híddaru gerendán készültek – a 16. ábra szolgál. A FOCUS.PULS eljárásvaltozatnál a megbízható beolvadás mellett a kényszerhelyzet ellenére is szép a varrat. A kényszerhelyzetben szokatlanul magas huzalelőtölési érték ellenére is (9,8 m/perc) az ív és az ömledék jól kezelhető. A gerenda diafragmái a sikeres vizsgálatot követően már a FOCUS.PULS eljárásvaltozattal készülnek.

A Rehm-Partner-Program kapcsán szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy a hatékony munkavégzés érdekében rendkívül fontos az adott termékhez és hegesztési feladathoz megfelelő technológia és szerszámok megválasztása.

A Rehm FOCUS.PULS eljárásvaltozatban rejlő lehetőségek olyan megoldásoknak adhatnak teret, amelyek a régről ismert eljárásokkal nem kivitelezhetők. Fontos az új technológiákat megismerni, hiszen azok jelenthetik a különbséget a „lehet” és a „nem lehet” között.

Nagy Ferenc ügyvezető
Püspöki Péter Máté ügyfélkapcsolati
menedzser
(REHM Hegesztéstechnika Kft.)

Hegesztési szakszótár

A szótár megrendelhető nettó 1.500,-Ft/+ÁFA/db + postaköltség áron az MHTÉ titkárságán.

A német-magyar/magyar-német szótár csak CD formában rendelhető 1.500,-Ft/+ÁFA/db + postaköltség áron.

Ügyintéző: Altman Lajosné e-mail: piros.alfi@mhte.hu

rendelhető!

Hegesztési szótár / Dictionary of Welding

fordította:

Komócsin Mihály

lektorálta:

Gremspurger Góza

Szentiványi Ede

KIADÓ

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI





ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtse az értéket

Minősített hegesztők, forrasztók

Személytanúsítás az
ÉMI-TÜV SÜD-nél

Ilyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

hegesztők, hegesztőgép-kezelők és -beállítók, keményforrasztók,
keményforrasztó gépkezelők, műanyaghegesztők, betonacél
hegesztők minősítése, vizsgáztatása, tanúsítása, jóváhagyása, a
minősítések megújítása, meghosszabbítása, illetve igazolása az
érvényes szabványok szerint:

EN 287-1

EN ISO 9606-1 **ÚJ!**

EN ISO 9606-2

EN ISO 9606-3

EN ISO 9606-4

EN ISO 9606-5

EN ISO 14732 **ÚJ!**

EN ISO 13585 **ÚJ!**

EN 13067:2013 **ÚJ!**

ASZ EN ISO 17660-1 **ÚJ!**

gészítő direktívák, jogszabályok:

EN 2000 HP3

2007/23 EK (PED) ill. 9/2001 GM rendelet

és egyéb szabványok, előírások szerint, pl.: ASME, CODAP

hegesztőbázisok, képző helyek tanúsítása.

További szolgáltatásaink hegesztő üzemek számára:

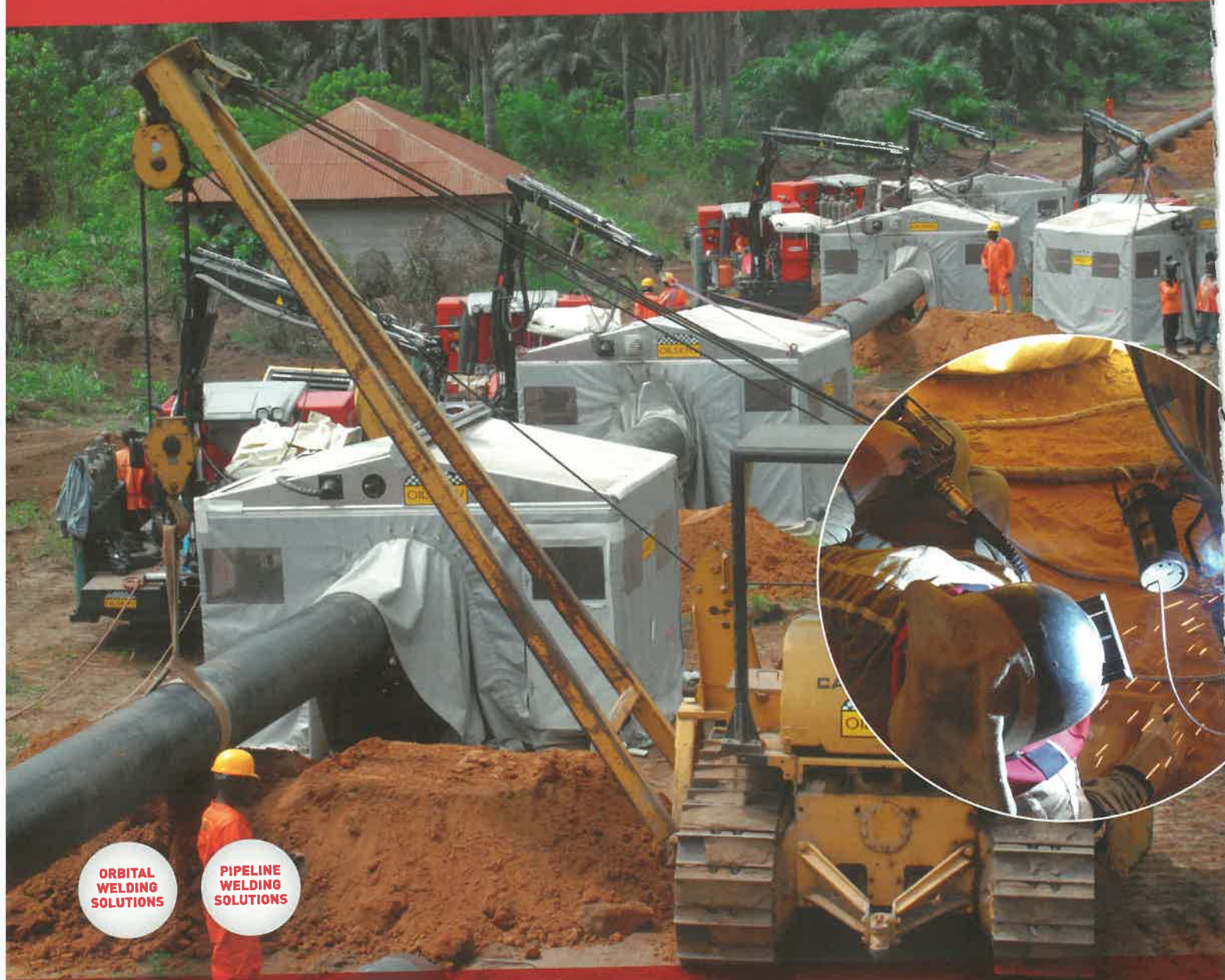
- hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése és jóváhagyása
- EN ISO 3834-2/3/4 szerinti tanúsítás
- 3/98. (I.12.) IKIM rendelet szerinti tanúsítás
- 11/94. (III.25.) IKM rendelet szerinti tanúsítás
- PED/TPED szerinti tanúsítás
- CPR/EN 1090-1 szerinti tanúsítás acél- és alumínium(tartó) szerkezet gyártók részére
- MIR (ISO 9001), KIR (ISO 14001) és EMAS tanúsítás
- Energiagazdálkodási Irányítási Rendszer, EIR (ISO 50001:2011) tanúsítás
- MEBIR/OHSAS és SCC tanúsítás
- Információbiztonsági Irányítási Rendszer, IBIR (ISO 27001) tanúsítás

ÉMI-TÜV SÜD Kft. 2000 Szentendre, Dózsa György út 26.

Telefon: (+36) 26 501-120 E-mail: info@emi-tuv.hu www.emi-tuv.hu

TÜV®

NÖVELJE HEGESZTÉSI VARRATAI MINŐSÉGÉT & TERMELÉKENYSÉGÉT



ORBITAL
WELDING
SOLUTIONS

PIPELINE
WELDING
SOLUTIONS

Az Ön teljeskörű partnere.

Az egész világon

- felhasználóbarát érintkező felület
- masszív konstrukció mindenféle környezeti feltételhez alkalmazkodva
- helyi munkaerő alkalmazása
- termelékenység növelés
- minőségi szint emelkedés
- alacsonyabb javítási ráta
- magas szintű partner támogatás



WWW.MAGNATECH-INTERNATIONAL.COM

MAGNATECH INTERNATIONAL

The Netherlands

P +36 20 433 7646

E info@magnatech-international.com

MAGNATECH
AUTOMATIC PIPE WELDING SOLUTIONS

Stefanie Nüchtern-Baumhoff* – Lakos Szabina**

Komplex gyártósor high-tech traktorkabin gyártáshoz

A Fendt bízik a Cloos hegesztéstechnikában

Asbach-Bäumenheim / Haiger – Az AGCO cégcsoport high-tech márkája a Fendt, amely egyike a világ legnagyobb traktor- és mezőgazdasági gép gyártóinak és szállítóinak. Asbach-Bäumenheim-i telephelyén a cég a Carl CLOOS Schweißtechnik GmbH által kifejlesztett hegesztési technológiával gyártja traktorok biztonsági kabinjait. Itt kéz a kézben együtt dolgoznak a robotok, munkadarab pozicionálók, palettázórendszerek és kézi hegesztőberendezések.

Az AGCO-cégcsoport a világ egyik legnagyobb traktor- és mezőgazdasági gép gyártóinak és szállítóinak a köré-

be tartozik. A teljes AGCO termékpalettához tartoznak a traktorok, kombájnok, szecskázók és vetőgépek, trágya-

szórók, és a talaj kezelésére szolgáló gépek. A Fendt mint egy high-tech piacvezető márka a legmagasabb vevői igényeknek is megfelel. Lenyűgöző teljesítmény és alacsony üzemanyag-fogyasztás jellemzi a kiváló minőségű traktorokat. A Fendt traktorok átlagos élettartama mintegy 30 év.

Az Asbach-Bäumenheim-i üzem 1200 alkalmazottal évi 18.000 biztonsági vezetőfülkét gyárt három műszakban. A termelési folyamat a lemez- és profilgyártással kezdődik, a hegesztéssel folytatódik és a festett kabinok összeszerelésével fejeződik be. A termékpaletta hatalmas. Az ügyfelek a több mint 20.000 féle fülketípus közül választhatnak.



1. ábra. Asbach-Bäumenheimben évente kb. 18.000 traktorhoz gyártanak biztonsági kabinokat.



2. ábra. A komplex kabinhegesztő gyártósor több mint 70 méter hosszú és összesen tizenhárom munkaállomást tartalmaz.

Összehangolt kézi és automata hegesztési technológia

A kabinhegesztő komplex gyártósor a CLOOS legkorszerűbb technikájával van felszerelve, mely több mint 70 méter hosszú és tizenhárom állomásból áll. Hét rendszer összesen 19 db QRC 350 és QRC 410 héttengelyes robotból és hat kézi hegesztő munkaállomásból áll, 23 kabin MAG-hegesztésére (aktív védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés) alkalmas műszakonként. A részben automatikus szállítópálya rendszertechnológiája lehetővé teszi a zökkenőmentes munkadarab továbbítást a különböző gyártási szakaszokban. Az eredmény: optimális logisztikai utak, rövid ütemidők és minimális helyigény a tároló területeken.

A gyártósoron a kézi és az automatizált hegesztési technológia kéz a kézben dolgozik. A kabinok fűzése a kézi hegesztőállomásokon Qineo Step 350 hegesztőgéppel történik. Ezeket a megbízható, fokozatkapcsolós MIG / MAG hegesztőgépeket csendes, stabil ív és minimális fröcskölés jellemzi. A kabinok kézi fűzését követően a munkadarabok hegesztése az automatizált robot rendszerekkel folytatódik. A pozicionálók hozzák a komplex munkadarabokat mindig a hegesztéshez legoptimálisabb helyzetbe. Így elérhetőek a nehezen hozzáférhető varratok is, ezáltal optimális hegesztési minőség érhető el.

A munkadarab pozicionálók mind-egyike két állomásból áll és fel van szerelve egy standard gyorscserélő rendszerrel, amely automatikusan illeszkedik a különböző fülkeváltozatokhoz. Ezáltal különböző kabinok hegesztése kivitelezhető komplett készülékcseré vagy átszerelés nélkül. Ez az átszerelési időt a minimumra csökkenti. Minden rendszer úgy lett kialakítva, hogy a robot két oldalán találhatóak a munkaállomások, így a robotok könnyedén válthatnak oda-vissza az egyes állomások között. Ezáltal nagy rugalmasságot és rendszer – rendelkezésre állást lehet elérni.

"A gyártósor teljesen megbízhatóan üzemel. A berendezések magas, 97 %-os rendelkezésre állási idejének köszönhetően vevőinknek a legnagyobb termékészültséget tudjuk ajánlani" – mondja Peter Baumgarten, aki a Fendtnél a hegesztési eljárásokért és a hegesztőautomata folyamatokért felelős.

Érzékelők és szoftverek garantálják a hatékonyságot és a minőséget

A robotok a három kézsre hegesztő állomáson high-tech lézeres érzéke-

lővel vannak ellátva, amely kiegyenlíti a programozott vonalak és a munkadarabok tényleges helyzete közötti eltérést. A hegesztőpisztolyok helyzete, valamint a különböző eljárási paraméterek folyamatosan egymáshoz vannak hangolva az ideális hegesztési eredmény elérése érdekében.

A robot rendszerek offline programozására szolgál a Cloos RoboPlan szoftver. Miközben a robot termel, egyidőben egy új programot lehet elkészíteni a RoboPlan szoftver segítségével. A 3D Modellek segítségével a hegesztési, keresési utak, valamint eszközök vannak meghatározva, amikhez a hegesztési paraméterek és további, a program lefutásához szükséges funkciók vannak rendelve. A programot úgy fejlesztették ki, hogy hálózati kapcsolaton keresztül elérhető legyen a robotvezérlő és ezáltal egyszerűvé váljon a robot program installálása a munkaállomásokra. Ez a folyamat kevésbé időigényes, mint az üzemben a roboton online elkészíteni egy teljesen új programot, a robot a gyártásból nem esik ki.

A RoboPlan mellett a PDM – Process Data Monitoring – Adatfelügyelet program segítségével is lehet ellenőrizni a program lefutását, rögzíteni lehet a folyamat közbeni hibáüzeneteket, és figyelemmel lehet kísérni a hegesztési paramétereket. Ezen kívül az RSM – Remote Diagnostics Software – távoli diagnosztikai szoftver lehetővé teszi a távoli karbantartást és robotfelügyeletet.



3. ábra. A kézi állomásokon történő fűzést követően a 7-tengelyes robotok hegesztik a kabinokat teljesen automatizált rendszerben.



4. ábra. A munkadarab pozicionálók – gyorscserélő rendszerrel szerelve – minden alkalommal a hegesztéshez optimális helyzetbe forgatják a kabinokat.

Hozzáértő partner az automatizálásban

A csúcstechnológiájú robothegesztő rendszerekbe való beruházás lehetővé tette a vállalat számára, hogy jelentősen felgyorsítsa a gyártási folyamatokat, és el tudja érni a teljes mértékben reprodukálható hegesztési eredményeket. Az AGCO Fendt cég képes az ügyfelek igényeinek megfelelni a nagyobb termelékenység és a kiváló minőség révén. Az alkalmazottaknak is előnyök a kedvezőbb feltételek, mivel a robotok átvállalják a nehéz fizikai munkát és az általános veszélyek, mint ívsugárzás és hegesztési füst okozta szervezatkárosító hatások is csökkennek. A dolgozók így jobban tudnak koncentrálni a folyamatok nyomon követésére.

A robot- és hegesztési technológia, a gyártósor, a szoftverek által kínált előnyök a kapacitást rövid időn belül

SAJTÓKÖZLEMÉNYEK



5. ábra. A Cloos RoboPlan szoftverrel Offline programozást lehet végezni, míg a robotot nem vesszük ki a gyártásból: hatalmas időmegtakarítás!

megnövelik. Akár 20%-os kapacitásbővítés érhető el azonnal.

Mind a kézi, mind az automata hegesztés terén a Fendt évek óta a CLOOS technológiákra támaszkodik. "Partnerünk, a CLOOS szakmai tapasztalatai és támogatása révén nagy előnyökhöz jutunk." A CLOOS cég ellát minket a szükséges technológiákkal – „mindent egy kézből” – hangsúlyozza Baumgarten. Időközben több mint 30 CLOOS robotcella került használatba Asbach-Bäumenheim-ben egyedi termékcsoportok és komplett biztonsági kabinok hegesztésére. A legrégebbi CLOOS robot rendszer a Fendt-nél még mindig sikeresen működik több mint 20 éve, és több mint 100.000 üzemórával.

*szerző: Stefanie Nüchtern-Baumhoff
CARL CLOOS SCHWEIBTECHNIK GMBH

**fordította: Lakos Szabina
Crown International Kft.
CLOOS Képviselő

MHtE Akadémia

Tervezett tanfolyamok

Tanfolyam	Információk	Tervezett tanfolyam kezdési időpontok	Árak	Célcsoport
Személytanúsítás (PCS) Kreditgyűjtő tanfolyam	www.mhte.hu – információs lapok	Folyamatos	30.000,-/tanfolyam	Európai / Nemzetközi diplomával rendelkező hegesztő szakemberek
Általános ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-S) tanfolyam	www.mhte.hu – információs lapok vagy www.ewf.be – EWF-IAB-041r3-08 irányelv	2015. október 16. (péntek) 63 óra (péntek, szombat) Kb. 6 hét	225.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam 75.000,- Ft+ÁFA/vizsgadíj 5.000,- Ft+ÁFA/EWI-S diploma 5.000,-Ft+ÁFA/bélyegző (ha kéri)	EWS/IWS végzettségű szakemberek
2016				
Személytanúsítás (PCS) Kreditgyűjtő tanfolyam	www.mhte.hu – információs lapok	Folyamatos	30.000,-/tanfolyam	Európai / Nemzetközi diplomával rendelkező hegesztő szakemberek
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam Technológia és Felügyelői modul	www.mhte.hu – információs lapok vagy www.ewf.be – EWF-IAB-041r3-08 irányelv	2016. február 4. (péntek) 218 óra (péntek, szombat) Kb. 22 hét +vizsga	450.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam 85.000,- Ft+ÁFA/vizsgadíj 5.000,- Ft+ÁFA/EWI-C diploma 5.000,-Ft+ÁFA/bélyegző (ha kéri)	Gépész szakirányú főiskolai oklevéllel rendelkező mérnökök
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam Felügyelői modul	www.mhte.hu – információs lapok vagy www.ewf.be – EWF-IAB-041r3-08 irányelv	2016. május 19. (péntek) 97 óra (péntek, szombat) Kb. 8 hét +vizsga	300.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam 85.000,- Ft+ÁFA/vizsgadíj 5.000,- Ft+ÁFA/EWI-C diploma 5.000,-Ft+ÁFA/bélyegző (ha kéri)	IWE/EWE, EWT/IWT végzettségű szakemberek
Európai Ragasztó Szakember tanfolyam EAB (European Adhesive Bonder)	www.ewf.be – EWF-515r1-10	2016. június 13-17. Kb. 1 hét	Kb. 2500 EURO/tanfolyam	Műanyag feldolgozó szakember
Alapismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-B) tanfolyam	www.mhte.hu – információs lapok vagy www.ewf.be – EWF-IAB-041r3-08 irányelv	2016. szeptember 15. 105 óra (péntek, szombat) Kb. 10 hét	310.000,-Ft+ÁFA/tanfolyam 65.000,- Ft+ÁFA/vizsgadíj 5.000,- Ft+ÁFA/EWI-B diploma 5.000,-Ft+ÁFA/bélyegző (ha kéri)	Megfelelő fémmegmunkálási szakmai gyakorlattal rendelkező személy ill. szakember

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

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

Jogi tagok:
az alábbi 23 hegesztéssel
kapcsolatos
gyártó, szerelő
kis-, közép- és nagyvállalat

Tagok:
az alábbi 10 intézmény
és 12 vállalkozás,
melyek az Egyesülés
alap-, közép- és felsőfokú
hegesztőképzését bonyolítják

Tagok:
az alábbi 39 cég,
melyek hegesztő alapanyag-,
segédanyag-kereskedéssel,
gépgyártással foglalkoznak
és hegesztéssel kapcsolatos
szolgáltatást nyújtanak

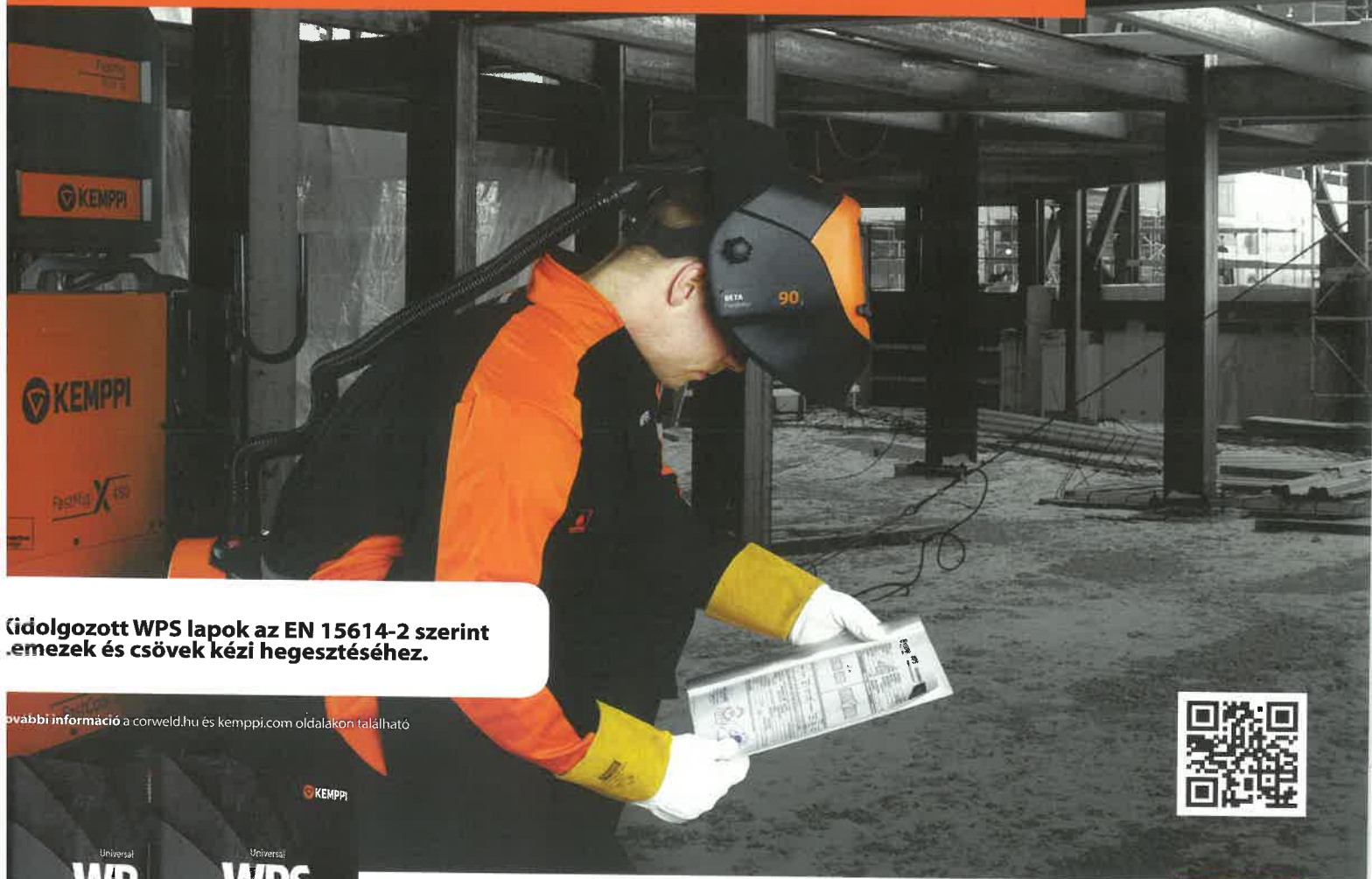
Bilfinger IT Hungary Kft.
Bilfinger MCE Nyíregyháza Kft.
CH-PLUSSZ-2000 Kft.
DAK Acélszerkezeti Kft.
Dunakeszi Járműjavító Kft.
FORTACO Zrt.
Ganz Transelektro Villamossági Zrt.
GANZ Híd-, Daru-
és Acélszerkezetgyártó Zrt.
GYEGÉP Kft.
IGM Robotrendszerek Kft.
INVESTMONT Kft.
KÉSZ Ipari Gyártó Kft.
KÓPIS és TÁRSA Kft.
Közép-európai Gázterminál Nyrt.
KRAUSE Ipari, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.
MÁTRAFÚTÓBER Épületgépészeti 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.
Szellőző Művek Kft.
T-L-C Kft.
Vetraforce Kft.

ADU Oktatási Központ
BME ATT
CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési Tanácsadó Kft.
Debreceni Egyetem Műszaki Kar
DUNAGÁZ Zrt.
Dunaújvárosi Főiskola
EÖTVÖS Loránd Szakközépiskola és
Szakiskola
Eszkimó Magyarország Kft.
EUROKT-AKADÉMIA Szakképző és Szakmai
Szolg. Kft.
GYÁÉV Szakképzési
és Továbbképzési Kft.
ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.
Kecskeméti Főiskola
Műszaki Főiskolai Kar
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési
Kft.
Miskolci Andrassy Gyula Szakközépiskola
MISKOLCI EGYETEM Mechanikai
Technológiai Tansz.
Nyíregyházi Főisk. Műsz. Alapozó és
Gépgyárttechn. Tansz.
Óbudai Egyetem BGK
OKTÁV Továbbképző Központ Zrt.
ORSZAK Bt.
SLV München GSImbH
SZILY Kálmán Kéttannyelvű Műszaki
Középiskola
SZTÁV Felnőttképző Zrt.

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

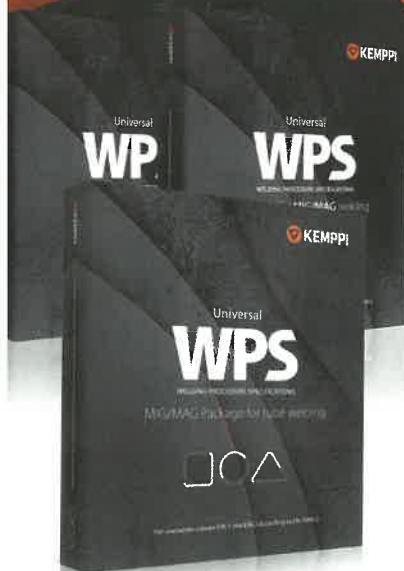
Feleljen meg az EN 1090-2 előírásai 1. és 2. osztályának! A KEMPPÍ megadja hozzá a kulcsot!

A Corweld Plus rendelkezésére áll!



Időigéret: WPS lapok az EN 15614-2 szerint
lapok és csövek kézi hegesztéséhez.

További információ a corweld.hu és kemppi.com oldalakon található



**Hegesztőgép márkától független univerzális WPS csomagok
műhelyben történő és helyszíni hegesztési feladatok
kivitelezéséhez ötvözetlen acélok esetén
355 MPa szilárdsági osztályig (1.1 és 1.2-es anyagcsoportok).**

Nincs szükség költséges és időigényes minősítő eljárásra.

- 84 db: minősített WPS lap MIG/MAG, eljáráshoz tömör / porbeles és fémporos huzalokhoz ötvözetlen acélok esetén
- 28 db: minősített WPS lap csövek tompa kötéséhez MIG/MAG eljárással
- 8 db: minősített WPS lap csövek gyökvarratáshoz Kemppi WiseRoot+ eljárással is
- 28 db minősített WPS lap bevont elektródás (MMA) eljáráshoz

www.kemppi.com/wps

 Corweld

 Szakértő
kereskedelem

Corweld Plus Kft.
1119 Budapest, Andor u. 60.
+36 1 208 4641
office@corweld.hu
corweld.hu



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANÚSÍTOTT FÉMEKET HEGESZTŐK OKTATÓ- ÉS FELKÉSZÍTŐHELYEI

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
Andrássy Gyula Szakközépiskola	Miskolc	Szabó Dezső	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszakécske	Csóke Róbert	76/542-130
Aranyi és Társai Hegesztő Iskola Kft.	Szekszárd	Aranyi János	74/416-204
Bessenyei György Szakközépisk. Pálfi István TISZK Gépészeti Képző Központ	Berettyóújfalú	Daróczi Tibor	54/402-394
Bilfinger IT Hungary Kft. Keleti Igazgatóság.	Tiszaújváros	Gerócs Péter	49/322-523
Deák Ferenc Szakképző és Művészeti Szakközépiskola	Kazincbarcika	Hák Béla	48/512-611
Diósgyőr- Vasgyári Szakképző Iskola és Kollégium	Miskolc	Szabó Tibor	46/532-358
DKG-EAST Zrt.	Nagykanizsa	Farkas László	93/313-040/70980
DUNAGÁZ Zrt.	Dorog	Gáspár Jánosné	33/513-100
Dunaújvárosi Főiskola Gépészeti Intézet	Dunaújváros	Bús István	25/551-134
Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Kovács Mariann	82/419-246
Faller Jenő Szakképző Iskola	Várpalota	Hujber István	88/582-520
FVM ASZK Szakképző Iskola - Mezőgazdasági Szakképző Iskola és Kollégium	Pétervárasra	Zagyva István	36/568-300
VM DASZK, Szakképző Iskola – Középiskola, Mezőgazdasági Szakképző Iskola és Kollégium	Vép	Varga Árpád	94/543-200
Herceg Esterházy Miklós Szakképző Iskola, Speciális Szakiskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Ganz Ábrahám és Munkácsy Mihály Szakközépiskola és Szakiskola	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Kandó Kálmán Szakképző Iskola	Tatabánya	Rozovits Zoltán	70/627-48-44
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar	Kecskemét	Dr. Danyi József	76/516-300
KEMŐ Géza fejedelem Ipari Szakmunkásképző Iskolája	Esztergom	Mihalik János	33/510-006
Kőolajvezetéképítő Zrt.	Siófok	Nemecz Imre	84/310-310
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Lukács Sándor Mechatronikai és Gépészeti Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Győr	Dezamics Zoltán	96/528-760
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MÁV Vasjármű Járőrszolgálat és Gyártó Kft	Szombathely	Kiss József	94/521-800
MVM OVIT Zrt.	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nyíregyháza	Dr. Péter László	42/599-462
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
Rohr und Stahl Kft.	Dunakeszi	Mári Lajos	30/280-79-50
Szily Kálmán Műszaki Szakközépiskola	Budapest	Lódy Elemér	1/280-6382
SZMM Aszódi Javítóintézet	Aszód	Tóth-Ilkó János	28/400-110
Szolnoki Műszaki Szakközép- és Szakiskola Baross Gábor Tagintézmény	Szolnok	Gúth Ferenc	56/425-844
Szolnoki Műszaki Szakközép- és Szakiskola Jendrassik György Tagintézmény	Szolnok	Gúth Ferenc	56/425-844
SZTÁV Felnőttképző Zrt.	Budapest	Vásárhelyi Béla	1/267-6464/131
Táncsics Mihály Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Veszprém	Saskói János	0688/579-380
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	0620/279-0944
Türr István Képző és Kutató Intézet Székesfehérvári Igazgatóság	Székesfehérvár	Farkasné Varga Katalin	22/310-308
Ványai Ambus Gimnázium	Turkeve	Ozsváth László	56/361-311
Virágh Gedeon Szakközépiskola és Kollégium	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-13-13

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
CONTROL HR Kft.	Budapest	Nagy Péter Zoltán	70/774-2830
SIEMENS Zrt. Késmárk u-i telephely	Budapest	Ficzere Krisztián	30/218-7783
Hidra Felnőttképző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	20/965-5551
Movers and Shakers Oktatási Kft. *	Budapest	Libay Adrienn	20/517-9139

* tanúsítás folyamatban

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANUSÍTOTT MŰANYAGOT HEGESZTŐK OKTATÓ ÉS FELKÉSZÍTŐHELYEI

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
DUNAGÁZ Zrt.	Dorog	Gáspár Jánosné	33/513-100
Villox-Vörsas Oktató Központ	Budapest	Varró Zsuzsanna	1/269-25-89
KÖRTE Környezettechnikai Zrt.	Dunaharaszti	Lindwurm György	24/490-094
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Török Sándor	52/558-189

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

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS) Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2020. január 19. 2016. július 31.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2020. június 3.
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 3.
Miskolci Egyetem Továbbképzési Intézet Miskolc	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE) Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervzetőmérnök (IWSD)	2018. szeptember 8. 2015. december 10.
Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2016. március 24 2017. október 29.
Savária Szakképzés-fejlesztési Kft.	Regisztráció felfüggesztve	
MHtE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2019. február 6.
Dunaújvárosi Főiskola	Regisztráció	

KÖNYVAJÁNLÓ

Ívhegesztés



Dr. Gáti József–Dr. Kovács Mihály szerzőpáros *Ívhegesztés* című, 91 oldalas munkája eredetileg csak a bevont elektródás ívhegesztést tartalmazta, ezzel együtt is 2011-ig a könyv 6 kiadást ért meg. 2012-ben a Műszaki Kiadó tankönyvvé nyilvánítás céljából felkérte a szerzőket, hogy aktualizálják a könyv tartalmát, illetve, ha szükséges bővítsék ki. A szerzők a cím változatlanul hagyása mellett a terjedelmet megduplázták, és kiegészítették az ívvel működő ömlesztő hegesztési eljárások ismertetésével. A szakkönyvet a Nemzetgazdasági Minisztérium 2018. augusztus 31. napig tankönyvvé nyilvánította. A tankönyv az alábbi szakmák tananyagegységeit/tananyagelemeit fedi le: hegesztő, géplakatos, szerkezet- és épületlakatos, építő- és szállítógép-szerelő, mezőgazdasági gépészmérnök, mezőgazdasági gépszerelő, gépjavító, de ajánlják további 14 szakma részére is (pl. víz-, gáz-, központifűtés-szerelő, épületgépész technikus stb.). Az ömlesztő hegesztési eljárások mellett, kiemelt szerepet kap az ívhegesztés minőségügyi követelményei, a kötések vizsgálata és minősítése és az ívhegesztés biztonságtechnikája, környezetvédelme. A tankönyv megrendelhető a Műszaki Könyvkiadónál.

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.

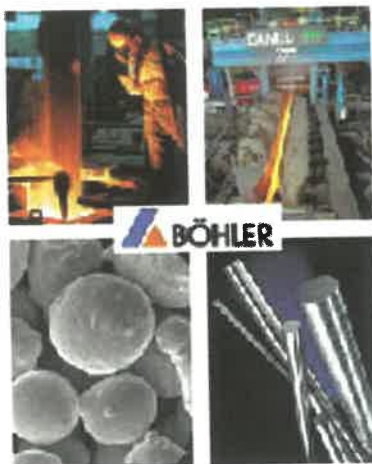
A zsebkönyv szerzői munkájuk során arra törekedtek, hogy minél több szakmai eredményt, tapasztalatot dolgozzanak fel és tegyenek közzé. A szerzők őszintén remélték, hogy erőfeszítéseik sikeresnek bizonyulnak.

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

Gépipari anyagismeret

KOMÓCSIN MIHÁLY
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 Líra és Lant könyvesbolt hálózatában, a BOOKS.hu internetes könyv-áruházban <http://books.hu>, vagy közvetlenül a kiadótól COKOM Kft. cokom@chello.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	fekvő	125 mm×100 mm
	álló	190 mm×70 mm
		60 mm 250 mm

A 2015-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	130	-	-	eFt
Hátsó külső borítón	120	-	-	eFt
Első belső borítón	115	-	-	eFt
Hátsó belső borítón	110	-	-	eFt
Belíven	105	90	80	eFt
PR-hírek és információ	20	10	-	eFt
Az MHTÉ honlapján www.mhte.hu hirdetés				10 eFt

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

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

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.

MHTÉ Folyóirat megrendelő

Megrendelem
a Hegesztéstechnika című folyóiratot

- példányban
 folyamatosan a visszavonásig

Az éves előfizetői díjat befizetem

- belföldi postautalványon
személyesen a MHTÉ pénztárában

- átutalom
a Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesülés
K&H 10200964-20214205 számú
számlájára

Cím, ahová a folyóirat postázását kérem:

Aláírás (jogi személyeknél cégszerű aláírás)

MHTÉ Hirdetés megrendelő

Hirdetni kívánok a Hegesztéstechnika
alábbi számaiban

Szám	A/4	A/5	A/6	Színes	*	B. I.	B. II.	Belív	B. III.	B. IV.	db
2015/4											
2016/1											
2016/2											
2016/3											
2016/4											

Kérem igényem előjegyzését!

VÁLASZLEVELEZŐLAP



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesülés

BUDAPEST,
Fogarasi út 10-14.
1148

FELADÓ

Név:

Telefon/fax:

Lakcím:

Cég neve és címe:

e-mail:



VÁLASZLEVELEZŐLAP



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesülés

BUDAPEST,
Fogarasi út 10-14.
1148

FELADÓ

Név:

Telefon/fax:

Lakcím:

Cég neve és címe:



Felelős kiadó: dr. SZABÓ BÉLA, az MHE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesperger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 467-2812; bgayer@mhte.hu
Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesülés,
1148 Budapest, Fogarasi út 10-14.
Telefon: 467-2810, Fax: 363-3295, 222-0947
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 2015. évben: 250,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 1000,- Ft + 5% ÁFA.

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

- 1.) készpénzzel az MHE pénztárában
- 2.) belföldi postautalványon
- 3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	12	Linde Gáz Mo. Zrt.	57
AKG Zrt.	64	Magnatech Int. BV.	72, 94
Automed Kft.	17	Mátra Diagnosztika Kft.	28
Böhler Kereskedelmi Kft. B. II.		Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	18
Centrotool Kft. B. III.		Messer Hungarogáz Kft.	4
Cooptim Ipari Kft.	2	Migatronik Kft.	28
Corweld Plus Kft.	86, 99	Polyweld Kft.	38
Crown Int. Kft.	37	Qualiweld Kft.	46
EMI-TÜV SÜD Kft.	93	Rehm Kft. B. IV.	
Froweld Kft. B. I.		Soyer Kft.	63
Géper Kft.	18	Weldotherm Kft.	58, 78
Kasamas Hungary Kft.	45		

FONTOS!

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

készítsék el, CMYK-re színrebontra.

Színnyomatot kérünk mellé! Köszönjük!

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük kedves szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt fény-
képeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem

külön állományként: jpg, jpeg, tif, eps, psd formátumban.

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

Csak így tudjuk biztosítani
a képek jó minőségét!



»OBSERVER«

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