

HEGESZTÉS TECHNIKA

XXIII. ÉVFOLYAM 2012. 3. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

THE LINDE GROUP

Linde



Linde Gáz Magyarország Zrt.
www.lindegas.hu

Védőgázok rozsdamentes acélok hegesztéséhez



Szakértelem – ami összeköt

Korszerű védőgázok WIG, MIG/MAG hegesztéshez.

A kihívások:

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

Válasz a kihívásra:

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

Eredmény:

Kevesebb elszíneződés, mélyebb beolvadás, kitűnő varratmechanikai tulajdonságokkal rendelkező hegesztett kötés.

Nagyobb termelékenység, kisebb deformáció, szebb varratfelület, kevesebb utómunka.

Bővebb információ: www.messer.hu



MESSER 

Messer Hungarogáz Kft.
1044 Budapest, Váci út 117.
Tel: 06 1 435 1157
Fax: 06 1 435 1101
hegesztes-vagas@messer.hu
www.messer.hu

Part of the **Messer World** 

ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁS



HEGESZTÉSI FELELŐSÖK XIV. Országos Tanácskozása 2012. 09. 20–21. Hajdúszoboszló



Barátság Gyógy- és Wellness Szálloda (Hajdú konferenciaterem) Mátyás király sétány 19.

Dátum	Idő	Program	Előadó
2012.09.20. Csütörtök	11 ⁰⁰ –14 ⁰⁰	Ebéd	
	1. nap	Levezető elnök: Fülöp Zsoltné pfulopne@gmail.com	
	14 ⁰⁰ –14 ³⁰	Üdvözlés, a tanácskozás megnyitása	Ea: Dr. Szabó Béla MHE igazgató belaszabó@mhte.hu
		Üdvözlés Prof Kuscher a DVS GSI SLV képviselője német nyelven Tolmácsol: Dr. Gremesberger Géza	kuscher@slv-hannover.de gremes39@hu.inter.net
	14 ³⁰ –15 ⁰⁰	20 éves az Európai Hegesztési Szövetség (angol nyelvű előadás)	Ea: Prof Dorin Dehelean (EWF elnöke) dehelean@asr.ro
	15 ⁰⁰ –15 ³⁰	A hegesztőminősítés fejlődése	Ea: Dr. Szabó Béla MHE igazgató belaszabó@mhte.hu Ea: Zsilavec László
	15 ³⁰ –16 ⁰⁰	A Hegesztési Biztonsági Szabályzat aktualitásai (ellenőrzések)	Ea: Kristóf Csaba kcsaba@t-online.hu
	16 ⁰⁰ –16 ³⁰	Szünet	
	16 ³⁰ –16 ⁵⁰	Az Építési Termék Direktíva, az új Építési Termék Rendelet, az acél- és alumínium szerkezetek kivitelezésére vonatkozó EN 1090 szabványsorozat összefüggései	Ea: Wiegand Krisztina wiegand.krisztina@emi-tuv.hu
	16 ⁵⁰ –17 ¹⁰	Minőségi szintek meghatározhatósága gázipari műanyag hegesztett kötésekben	Ea: Dr. Vízváry Dezső vizvary.dezso@gmail.com
	17 ¹⁰ –17 ³⁰	„Az alumínium termékek hegesztésének oktatása a valós és virtuális teret egyesítő VWS hegesztési szimulátorral”	Ea: Dr. Dulin László dlt.dulin@gmail.com
	17 ³⁰ –18 ⁰⁰	Az európai autóipari beszállítási lehetőségek Magyarországon	
	18 ⁰⁰ –	Kérdések, hozzászólások	
2011.09.21 Péntek	2. nap	Levezető elnök: Gyura László laszlo.gyura@hu.linde-gas.com	
	9 ⁰⁰ –9 ²⁰	Hegesztés és csőelőfeszítés tervezése – TVK F 8001 hőhasznosító kazán gőzkollektoron	Ea: Kiss István kissi@bis.bilfinger.hu
	9 ²⁰ –9 ⁴⁰	Feszítható technológiai határok nagyszilárdságú acélok ívhegesztésekor	Ea: Gáspár Marcell, gasparm@uni-miskolc.hu Dr. Balogh András
	9 ⁴⁰ –10 ⁰⁰	Kreativitás a robot hegesztésben	Ea: Nagy Mihály nagy_mihaly@cat.com
	10 ⁰⁰ –10 ²⁰	Lézersugaras mikrohegesztések ipari alkalmazása	Ea: Dr. Nagy Péter npeter@eik.bme.hu
	10 ²⁰ –10 ⁴⁰	Acélöntvény préstest hegesztéses repedésjavítása	Ea: Góczán Zoltán goczan.zoltan@gepszer.hu
	10 ⁴⁰ –11 ⁰⁰	Az ívhossz és a dinamika finomításának mérési összehasonlítása MIG/MAG hegesztéskor	Ea: Pálkás László palinkas.laszlo@cloos.hu
	11 ⁰⁰ –11 ²⁰	A hegesztőanyagok fejlesztése a XXI. században	Ea: Pető Róbert robert.peto@bohlerkft.hu
	11 ²⁰ –11 ⁴⁰	Hegesztőgépek fejlesztésének irányai a gazdaságosság és minőség érdekében	Ea: Pogány Péter poganypeter@inventwelding.hu
	11 ⁴⁰ –	Kérdések, hozzászólások	
	12 ⁰⁰ –	Ebéd	

IWE kiegészítő képzés, 2012 ősz

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara a már IWT diplomával rendelkező mérnökök részére 2012. őszén (október-november) 112 órás Nemzetközi Hegesztőmérnöki (IWE) különbözeti képzést hirdet meg. A képzést várható díja 220.000.- Ft/fő (ÁFA mentes), melyet a tanfolyam kezdetéig számla alapján kell majd átutalni az Óbudai Egyetemnek. A csak elméleti képzés tananyaga az IWE és IWT tematika közötti különbség. Az iskolaarendszeren kívüli képzés várhatóan 2 hónapon keresztül csütörtök délután és pénteken egész nap lenne. A vizsga költsége 80.000.- Ft + 27 % ÁFA, melyet az MHE-nek kell befizetni. A képzésre csak olyanok jelentkezhetnek, akik felsőfokú képzésben műszaki (mérnöki) területen diplomát (főiskolai vagy egyetemi oklevelet) szereztek az alább felsoroltak valamelyikén (alapszakon vagy mesterszakon):

- gépésmérnök (általános, energetikai, ipari és formatervezői, mechatronikai, mezőgazdasági és
- élelmiszeripari mérnök, építőmérnök)
- vegyészmérnök,
- közlekedésmérnök (járműmérnök),

- villamosmérnök,
- had- és biztonságtechnikai mérnök,
- anyagmérnök,
- mérnök informatikus.

A képzéssel kapcsolatban további felvilágosítást nyújt dr. Bagyinszki

Gyula egyetemi docens (bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu), ill. Juhos Sándorné szakcsoporthi előadó (juhos.sandorne@bgk.uni-obuda.hu).

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Gratulálunk!



Az Óbudai Egyetemen 2012. július 6-án sikeresen vizsgázott Nemzetközi Hegesztőtechnológus diplomával rendelkezők csoportja

2012. augusztus 21-ig a 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)	2014. január 19. 2017. július 31.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2015. június 2.
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)	2015. június 2.
Miskolci Egyetem Továbbképzési Intézet Miskolc	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE) Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervtérvezőmérnök (IWS)	2013. október 2. 2015. december 10.
Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2017. március 24.
PERFEKT Fordító, Tanácsadó, Oktató és Kiadó Kft.	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP)	ATB regisztráció

Dorin Dehelean*

The European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) **20 years of cooperation in welding**



*Dr. Dorin Dehelean,
President, European
Welding Federation*

The European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) embodies a platform for the European cooperation in the welding field. The main results of the EWF in the fields of Development of international/European training, qualification and certification system, Improvement of the image of welding, Participation in EU funded collaborative projects are presented succinctly. Examples of European projects that have been developed within the EWF are given. Information about the Hungarian participation in EWF is presented.

Keywords: Welding, European cooperation, Training, Qualification, Certification, European projects

Introduction

Welding is present in all industrial sectors as a key technological process, the welding sector facing, at present, spectacular challenges related to efficiency and quality. For the achievement of the high efficiency and quality demands on the welded products a networking of all the interested parts is necessary.

The European Welding Federation created 1992 by the welding institutes and societies of the European countries is a global network in the field of welding and allied processes assuring an excellent frame for this cooperation.

History of EWF

Since 1974 the European Welding Community felt the need of interchanging views and experiences, and created the European Council for Cooperation in Welding (ECCW) with the participation of Belgium, Denmark, Germany, France, Ireland, Italy, Netherlands and United Kingdom. A first European Conference EUROJOIN 1 was organized by ECCW in 1991 in Strasbourg.

In 1992 EWF, the European Federation for Welding was created with an enlarged membership with the participation of all countries from the European Community to the EFTA and Eastern European countries. In the same year the first Guidelines for Eu-

ropean Welding Engineer, Technologist and Specialist were approved. A first Authorised National Body – ANB for the implementation of the European harmonised training and qualification system was approved for Portugal, followed by Spain and the UK.

The EWF Constitution was approved in 1993 by the Ministère de Justice in Belgium and one year later was registered in Moniteur Belge. Trademark of EWF and copyright of documents were registered.

The EWF Training and Qualification System enlarged in 1993 to European Welding Inspection Personnel, European Welding Practitioner and European MMA Welder. Rules for the implementation of EWF Guidelines for the education, examination and qualification of welding personnel were approved.

In 1994 the second European Conference EUROJOIN 2 took place in Florence (Italy).

A Committee for "Harmonisation of Assessment and Certification of Companies according to EN 729 Quality Requirements" was created by EWF in 1995.

In this year 15 ANBs were operating the System and the total number of diplomas awarded reached 10.000. EWF and IIW start discussion regarding the adoption of the EWF Qualification System by the IIW.

EWF membership constituted in 1996 by 17 members from EU and EFTA countries and 7

Observers from Eastern Europe; more than 10.000 diplomas were awarded this year. Rules for the implementation of a Company Certification System were issued.

The Secretariat of EWF was established as an independent company with independent organised accounting system. EOTC Agreement Group for Welding Joining, Cutting and Surfacing was approved and published in the EOTC Directory. A Guideline for European MIG/MAG Welder was adopted.

A formal agreement is signed in 1997 between IIW and EWF to develop an International

Qualification System based on the EWF System.

Observers became full members, bringing EWF to an organisation with 24 members. The first cooperation project approved under the Leonardo da Vinci – Weld-On – programme started. Guidelines for European TIG Welder and Gas Welder were approved.

In 1998 EWF participated for the first time as exhibitor in the Essen Fair; EUROJOIN 3 was held in Bern, Switzerland. A Guideline for European Adhesive Bonding was issued. The first Authorised National Body for Company Certification – ANBCC – were approved (Italy and United Kingdom).

EWF started to implement the Personnel Certification System for the competences certification of EWE, EWT, EWS and EWP, the Guidelines for European Thermal Sprayers and for European Adhesive Bonding for Engineer, Specialist and Bonder were approved.

In 1999 IIW and EWF General Assemblies decided to create a Planning and Implementation Group for the development of the IIW structure to manage the IIW Qualification System, the International Authorisation Board IAB.

Guidelines for Special Courses in Laser Welding, Robot Welding and Welding of Reinforcing Bars as well as Guideline for European Welding Inspection Personnel were approved.

The IIW Qualification System is formally established in 2000. The IIW Qualification System operation rules were issued based on the equivalent EWF document. The first IIW Guidelines were issued for International Welding Engineer IWE, International Welding Technologist IWT, International Welding Specialist IWS and International Welding Practitioner IWP.

The first International ANB approved was China followed by Japan, Australia and USA.

A collaboration with the European Co-operation for Accreditation EA for the development of the future document EA – 6/02 – Guidelines on the Use of EN 45 011 and EN 45 012 for Certification to EN 729 was started.

EWF Company Certification System operated in 2000 by ANBCCs from 7 countries. The

EWF website <http://www.ewf.be> was created.

In 2001 the number of EWF diplomas awarded reached 50.000 with a number of 10.000 diplomas awarded by IAB.

EWF started activity in the field of "Environment in Welding Fabrication", developing the Environment Management System – EMS. Guidelines for European Welding Specialist for Resistance, European Thermal Spraying Practitioner and the European MMA

Diver Welder were issued. The Database of EWF certified companies contained 200 entries. EUROJOIN 4 Conference was held in Dubrovnik (Croatia).

The first EWF ANBCC was approved to implement the Environment Management System in Welding Fabrication in 2002. The EWF System for Certification of Personnel is operated in this year by 5 ANBs.

In 2004 the IIW Distance Learning Guideline (IWE) and EWF Guideline for the certification of European Plastics Welder were approved. EUROJOIN 5 Conference took place in Vienna (Austria).

In 2005 a combined Secretariat for EWF and IAB/IIW activities was established. The total number of EWF and IIW diplomas awarded reached more than 100.000.

The EWF Companies and Personnel Certification Systems was transferred in 2006 to IIW. The Guideline for European Welding Practitioner for Resistance Welding was issued. The Conference EUROJOIN 6 was held in Santiago de Compostella (Spain).

In 2007 an agreement with IIW was signed in order to open to countries

outside Europe the use of the EWF Certification Systems for Companies and Personnel.

The EWF General Assembly decided in 2008 to keep the possibility of awarding the EWF Diplomas.

In 2009 guidelines for Adhesive Bonder and Adhesive Specialist and for Welder

Certification were approved. A new license agreement between EWF and IIW for Training, Qualification and Certification Systems was signed.

The Railsafe Guidelines for European Arc Welder for Rail Joining (EAWRJ) and the for European Arc welder for Rail Restoration (EAWRR) were adopted in 2010. A strategy for development of EWF was approved. EUROJOIN 7 was held in Venice (Italy). The EWF Award for the European Best Welding Coordinator was awarded for the first time.

In 2011 a decision of continuing issuing EWF diplomas and certificates was taken by EWG General Assembly. The European ANBs become aware of the implementation of

the European Qualification Framework EQF and respective referencing of the EWF

System which will have an impact on the award of EWF diplomas and certificates. With the implementation of EQF the value of the EWF diplomas for people working in Europe will increase.

A new EWF Working Group was installed with the main task of defining a EWF scheme for the certification Factory Production Control to the requirement of EN1090.

A new EWF Lifetime Achievement award was created.

In 2012 the EWF General Assembly adopted a new Strategy for the development of EWF activities. A guideline for Laser Processing personnel was approved. For the second time the EUROJOIN Conference was held in Croatia (EUROJOIN 8 in Pula).

EWF today

The EWF is constituted today of 31 countries. Very few countries in Europe are not yet members. Through its members the EWF network comprises more than 6000 companies and 50000 persons.

The principal activities of EWF defined as strategy areas are:

- Development of international/European training, qualification and certification system

- Development of Best Practice Guides for Harmonised implementation of European
- Directives and Standards
- Participation in EU funded collaborative projects
- Contribution to the improvement of the image of welding. Some of these activities are presented below.

Development of international/ European Training, Qualification and Certification System

Personnel qualification and certification system

The largest activity in EWF is the creation and development of a harmonised training, qualification and certification system for welding personnel.

The European Training and Qualification System for Welding Personnel, consisting of different levels of qualification like: European Welding Engineer, European Welding

Technologist, European Welding Specialist, European Welding Practitioner and European

Welder, was developed by EWF and implemented since 1992.

This system is operated since 2000 jointly with the International Institute of Welding (IIW) at international level. The International Training and Qualification System now comprises following qualifications: Personnel with responsibilities for welding coordination (including the International/European Welding Engineer, International/European Welding Technologist, International/European Welding Specialist, and International/European Welding Practitioner), International/European Welding Inspection Personnel, International/European Welder, and International/European Welded Structure Designer.

The structure of the International/European Qualification System of Welding Personnel is represented in figure 1, [1]. The relationship with EWF and the actual EWF System is also shown.

The International System is administered by the International Authorisation Board (IAB) established by IIW. IAB is adopting guidelines for training syllabus, access conditions, and examination and is implementing a quality management system. The harmonised system is operated through Authorised National Bodies (ANB) which are appointed in each applying country being responsible for ensuring that the standards of education, examination

and qualification are maintained. The ANBs are responsible for assessment and monitoring of the Approved Training Bodies (ATB), the conduct of examinations and the issue of diplomas.

The Network of European ANBs comprises a total of 28 countries, 27 full au-

thorised and one applicant. These ANBs have awarded in 2011 a total number of 12.752 IIW or EWF diplomas.

Besides the international harmonised system the EWF has its own system which is structured on two levels:

– Guidelines for harmonized courses

– Guidelines for special courses.

There are EWF guidelines for harmonized courses in Adhesive Bonding, Resistance Welding, Thermal Spraying, European Diver Welder, Aluminothermic Welder. A guideline addressing the special requirement for welding coordination competence for EN 1090-2 requirement was prepared and approved in 2011, in time for the official implementation of the harmonised standard EN 1090-1 within the Construction Products Directive.

The EWF Special courses cover Laser, Robots, Reinforcing bars, Weld imperfections for

NDT Personal, Macro and micro examination or Heat treatments.

The number of awarded EWF diplomas increased continuously, figure 2, despite a decrease in the growth rate after the implementation of the international system by IIW IAB. The total cumulated EWF diplomas awarded until the end of 2011 is 114 730, a number of 2522 diplomas being awarded 2011, [2].

The highest number of awarded diplomas is the ones of those for the qualification as European Welder EW, European Welding Specialist EWS and European Welding Engineer EWE, figure 3, [2].

The EWF Qualification System has the potential to serve as a "best practice" case model for transnational co-operation in education and training being the umbrella for defining the qualifications in welding for all Europe.

Efforts are currently underway for including the harmonised training and qualification system in the European Qualification Framework EQF whose purpose is to relate different countries' national qualifications systems to a common European reference framework. With the implementation of EQF the value of the EWF diplomas for people working in Europe will increase.

A actual high priority of the EWF is to support the member countries to achieve an integration of harmonized qualification of welders within the National Systems for Welders' Education.

A Scheme for Certification of Personnel with Welding Coordination Responsibilities (EWF PCS) was developed by EWF. It provides a way to assess and recognize job competence by defining the profile of education, knowledge, experience and responsibility required for a range of welding tasks, and providing a professional assessment procedure. Four levels of certificates can be issued based on the

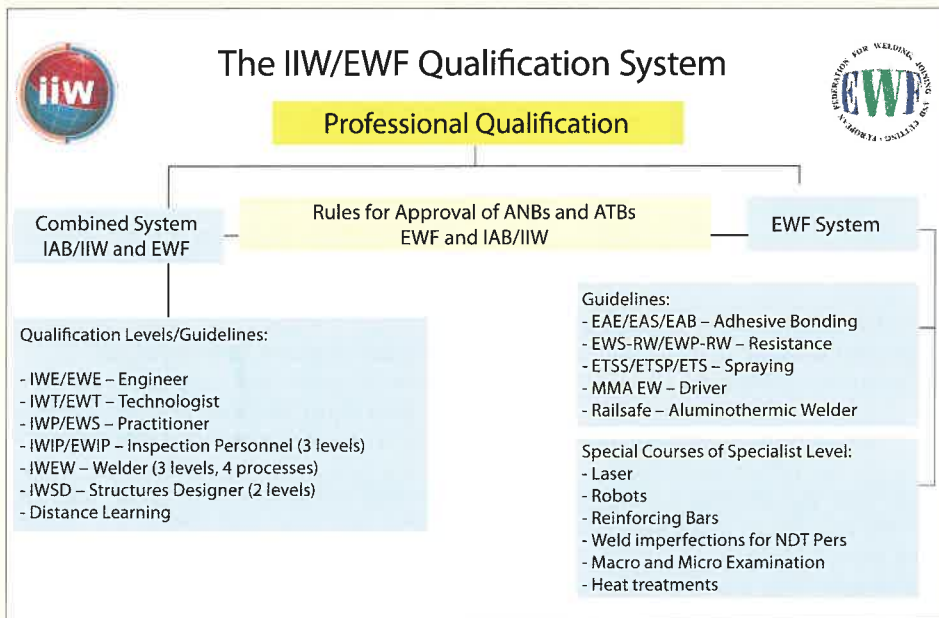


Figure 1 Structure of the International/European Qualification System of Welding Personnel

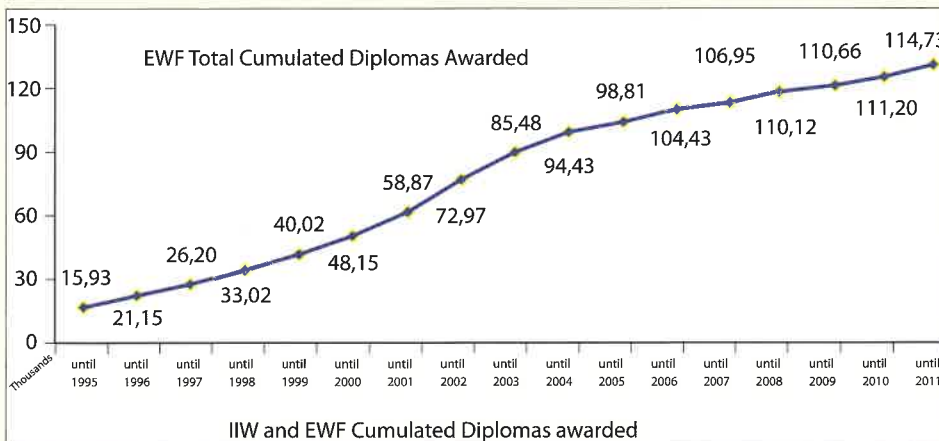


Figure 2 – Total Cumulated EWF Diplomas awarded

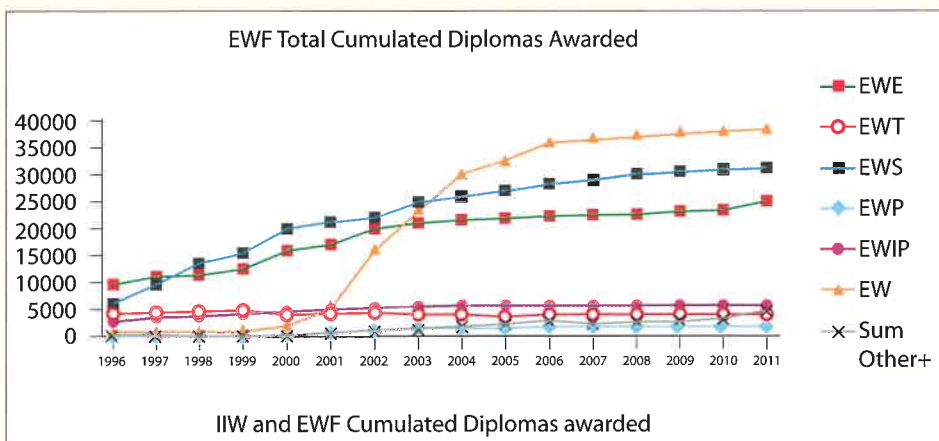


Figure 3 – EWF Diplomas awarded per Training Level total cumulated

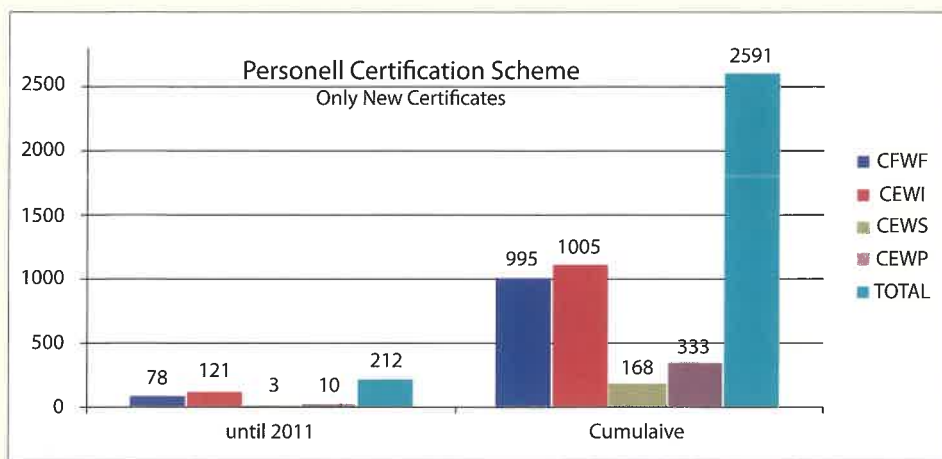


Figure 4. Total cumulated EWF Certificates for Responsible Welding Coordinators awarded

EWF Diplomas: Certified European Welding Engineer, Certified European Welding Technologist, Certified European Welding Specialist, and Certified European Welding Practitioner. The scheme represents a convincing way of supporting companies seeking to achieve compliance with ISO 14731.

In 2011 the network of EWF members who have implemented this certification scheme comprised 9 ANBs, the total cumulated number of new certificates awarded until the end of 2011 being 2591 with a growth of 212 during the year 2011, figure 4, [2].

The EWF PCS Scheme was transferred in 2008 to IIW becoming an international one (IIW PCS) with 4 levels of certification: Certified International Welding Engineer, Certified International Welding Technologist, Certified International Welding Specialist, and Certified International Welding Practitioner.

Due to the principle of mutual recognition between EWF and IIW whenever an IIW qualification and/or certification of welding coordination personnel is mentioned, the correspondent EWF qualification and/or certification is considered equivalent.

A special scheme for Certification of European Plastic Welders (CEPW) was also developed by EWF, 5 ANBs being authorised to implement this type of certification. The total number of awarded CEPW certificates is 6927 with 1177 certificates awarded 2011, [2].

It is worthy to mention the EWF Personnel Certification Scheme has features which allow certification bodies (EWF Authorised National Bodies) to comply with ISO/IEC 17024 – Conformity Assessment-General Requirements for Bodies Operating Certifica-

tion of Persons, and it is therefore possible certificates to be issued under national accreditation.

Integrated manufacturers certification system

EWF has developed a certification system to assure companies' compliance with EN ISO

3834 and with the EWF requirements for the Environmental and Health and Safety Management. This system is referred to as the EWF Manufacturer Certification System (EWF MCS). The Manufacturer has the opportunity to implement the EWF EN ISO 3834

Scheme and, at his choice, the EWF Environment Management Scheme and/or the EWF Health and Safety Management Scheme.

Through the Agreement between EWF and IIW the International Institute of Welding has endorsed the EWF Certification Scheme to assure companies' compliance with ISO 3834. This Scheme is referred to as the IIW Manufacturer Certification Scheme according to ISO 3834 (IIW MCS). The scope of the Agreement between EWF and IIW only includes, for the time being, the management of quality in welding.

The IIW/EWF company certification system has been implemented since 2008 with the total number of countries involved increasing to 24 and the total number of certificates awarded to more than 400. This trend is expected to continue as standards like ISO 3834 (welding quality requirements) and ISO 14731 (welding coordination), and associated product standards like EN 1090 (structures) and EN 15085 (railway vehicles) become more widely specified.

The International/European Manufacturer Certification System is imple-

mented also by IAB by appointing in each country an organisation known as Authorised National Body for Company Certification (ANBCC).

The EWF ANBCCs network comprises 19 members, with one of the members in the process of getting approval as ANBCC. All of these ANBCCs are authorised for the Quality Certification Scheme (EN ISO 3834), 3 are also approved for certification of Environment

Management Systems (EMS) and two have preliminary authorisation for the certification of Health & Safety Management Systems (H&SMS).

EWF Certificates according to EN ISO 3834 were awarded to 1007 companies, in 2011 to 118 companies, [2]. A register of certified companies is accessible on the EWF website (www.ewf.be).

It is to underline that many European and international standards refer directly or indirectly the EWF System for Qualification and Certification like EN ISO 14731; EN ISO 3834; EN ISO 14554; EN 1090; EN 12732; EN 15085-2; EN 13445-4; EN ISO 14555; EN ISO 17660; ISO 11745 and ISO 24394. Also EU directives such as Construction Products Directive (CPD), Pressure Equipment Directive (PED), or Simple Pressure Vessels Directive (SVPD) make reference to the EWF system via the EN harmonised standards, [3].

In the field of quality management in fabrication the European trend is clearly moving toward a product/process approach. In order to help companies in the fulfilment of such requirements, consistently to the product manufactured, EWF have produced specific supplementary guides for the processes/products considered (e.g. railway components, pressure vessels and construction products), taking into consideration the applicable standards and best practice manufacturing procedures, already shared by the main European manufacturers and customers.

For companies producing welding components in the steel structure sector ISO 3834 with specific requirements of EN1090 is a Factory Production Control (FPC). That is the reason the EWF has started the work for defining a EWF scheme for the certification Factory Production Control to the requirement of EN 1090. The best way to have a FPC in line with the European Construction Products Directive (CPD) requirements is the implementation of ISO 3834 with some specific requirements defined by EWF.

Improve the Image of Welding

EFW has become involved in a number of initiatives to improve the image of welding, especially in the eyes of young people. Examples include new competitions related to welding and the creation of a EWF profile on the international networking web site

Facebook. In the Facebook Page the members can get diversified information: news, events, photos, videos, discussion forum, hundreds of people interacting.

EFW started developing technical applications for Smart phones; to have these more widely accessible it was decided to implement these apps in the Android system. The development of a first application for the Welding Calculator for calculating volume of butt and fillet welds is in testing phase.

In order to promote the image of welding EWF has launched different awards which are granted to individuals like:

- a. Best European Responsible Welding Coordinator – a person who is an I/EWE, recognised as a Responsible Welding Coordinator in accordance with ISO 14731 which has significantly contributed to application of new welding/joining technology in the company and/or improved efficiency in welding production systems;
- b. Best Promotion Material of EWF Systems – this can include flyers, posters, videos, promotional articles. The call for materials to apply for this award will be launched in 2012.
- c. Award for European Young Welders Contest– eligible any person aged 16-23 years.

A new European Young Welders contest will take place 2013 in Essen during the Fair "Welding & Cutting" with the support of EWF and EWA. The contest will involve welders coming from 14 EWF members.

- d. EWF Lifetime Award – to persons that reach a high knowledge, experience and competence and that are close to the end of their professional career.

EFW is organizing regularly the EUROJOIN conference. The last edition of this conference – EUROJOIN 8 was organized in May 2012 in Croatia by the Croatian Welding Society. More than 200 participants have attended this conference.

Participation in EU funded Collaborative Projects

The EWF, in close cooperation with its members, has been involved in the preparation and implementation of several European projects since 2000 with the goal of improving the cooperation between its members, as a way of consolidating the International/European System for Training, Qualification and Certification. A special EWF Working Group dealing with EU Projects was created.

The main topics of the projects are Training, qualification and certification of competences, Health and Safety aspects, Ergonomics, Technological development and Innovation, Compliance with new EU Directives on welding processes and manufacturing processing.

A significant number of projects with the participation of more than 12 different EWF members are either in progress or successfully completed. Use of virtual welding for training, check apps for engineering courses, develop mechanism to help manufacturers in implementation of Electro Magnetic Fields (EMF) Directive, apply ERASMUS concept in member countries are new project ideas.

Many EWF members and their clients have benefited substantially from the growing involvement in these projects. The EWF guidelines covering aluminothermic welding and arc welding of rails as well as European plastic welder formed part of successful outcome of European projects.

In the frame of EWF there are initiatives for linking the joining technologies with the European Technology Platform ManuFuture aimed at developing a strategy based on Research and Innovation, capable of speeding up the rate of industrial transformation. It is expected that the new EU research framework will take into consideration the work done by ManuFuture, thus the participation of EWF and its members is welcomed.

Examples of EWF Projects

Training, Qualification and Certification of Arc Welders for Joining, Repairing and Refurbishing Rails on a Common European Basis, RAILS SAFE 2

The aim of this project was to build on the success of the first RAILS SAFE project which covered the joining of rails by the aluminothermic welding pro-

cess. An education, training, qualification and certification system for railway track welders was developed.

The second project (RAILSAFE 2) covered the use of arc welding for joining, repairing and refurbishing rails. Arc welding requires completely different skills, but the competence requirements are just as critical to the reliability of rail tracks, thus a similar approach was adopted. The consortium was composed of TWI (UK), EWF, van den Brug Raadgevend Ingenieur (NL), ISQ (PO), SWC (SE), ISIM (RO).

The system of certification was configured for compliance with national VET systems in Europe thereby facilitating transferability throughout Europe and, in some cases, access to public funding.

The project sought to unify a variety of different national approaches to training of railway track welders, allowing mobility of welders throughout Europe. A further benefit of the project has been to enable skilled welders from sectors which are in decline to undergo supplementary training in order to transfer into the growing rail sector.

A more tangible outcome was a Guideline for training, qualification and certification, and rules for its implementation, following the same approach of the first RAILS SAFE.

The system and its implementation were tested by pilot courses and the major project outputs were disseminated for use by the rail industry in Europe through the partners and the contacts they established during the first project.

Welding Multimedia Dictionary, WELDICTION PLUS

Weldiction Plus is based on a previous Leonardo da Vinci project whose main outcome was a multimedia dictionary covering the most relevant and commonly used welding related terms in the seven partners' languages of the partners: English, French, German, Hungarian, Polish, Portuguese and Spanish. After seven years, an update of this training tool and its expansion to other languages was almost compulsory.

The project aimed at transferring the training tool developed under the previous Leonardo da Vinci project to new European organisations dealing with the welding sector. This final product is a step forward in the harmonisation of welding terms within Europe, allow-

ing the users to achieve new linguistic skills in the welding field.

The partnership, involving 4 countries (Czech Republic, Portugal, Slovakia, and Spain) was made up of organisations that have both experience and knowledge in the area of education and training of welding professionals.

The main outcomes of the project have been:

- Multimedia Welding Dictionary in electronic format in Czech, English and Slovak
- Harmonisation of welding terms
- Achievement of linguistic skills in the area of welding and joining technology.

Development and Implementation of a Multimedia Distance Learning Tool for the IWE Qualification, DISTOOL WELDING

The project's main objective was to successfully transfer a distance learning tool originally developed by SLV Duisburg (DE), adapting it to the specific educational needs of the target countries (Romania, Italy, Portugal and Poland).

By the end of the project it was expected to have achieved the following outcomes:

- A Distance Learning Multimedia Tool for the European Welding Engineer Course
- Translation of the welding tool into 4 new languages (Italian, Polish, Portuguese, and Romanian)
- Improvement of the overall appeal of the welding activity, through the introduction of innovative and modern educational processes.

Analysis of Virtual Systems for Welders Training and its Implementation in the Education of Welders and Welding Specialists, VIRTWELD.

The main objective of the project was to promote the use of virtual welding stations in institutions providing welding education. The use of these virtual welding systems is expected to contribute to making the training of welders cheaper, while also ensuring safer and cleaner learning conditions.

The VIRTWELD consortium is made up of EWF and the ANBs from Czech Republic, Slovakia and Slovenia.

The main beneficiaries of the project will be the welding communities of Czech Republic, Slovakia and Slovenia, where the respective welding in-

stitutes are best suited to make the devices available to the national welding communities, through specific training workshops.

VIRTWELD represents a major opportunity to assess the real impact and potential benefits of using virtual welding stations in the different welding courses of the partner countries, namely in terms of the cost reductions and healthier environment that use of these systems may provide, as well as the quality level of welders trained in this fashion. Significant outcomes include:

- Promoting the use of virtual welding devices to welders, teachers and students
- Improving overall training conditions for welders through clean and high-tech alternatives
- Generating positive momentum on the attractiveness of welding practical training programs in the target countries.

Improvement on the Accessibility of Welding Related Training Courses, ACCESSWELD

The project intends to counter the difficulties in attracting younger students to welding education, making it more stimulating and improving the student's accessibility.

In order to do this, ACCESSWELD is focused on the following:

- Promoting the access of secondary school students to welding education
- Using ICT technologies to better reach young audiences and to better promote the welding profession and career
- Extending the knowledge gained from the project beyond the involved partners.

The Partnership is formed of EWF and the EWF member from Hungary, Italy, Poland, Portugal, Romania and Sweden. The main outcomes of the project are:

- An improved dissemination methodology for the welder qualification systems in secondary schools
- Development of a computer game to make welding more appealing to young people
- To undertake the necessary Didactic Seminars in secondary schools, across the partner countries, to guarantee a good outreach of the project and to draw more prospective trainees to welding education.

Implementation of European Guidelines for Joining Technology Training in the Area of Plastic Joining, EUJOINTRAINING

The consortium was composed of EWF and the ANBs from Czech Republic, Germany, Italy, Portugal, and Romania.

The main objective of the project was to adapt and promote a harmonized professional qualification based on the EWF guideline in the field of plastic welding. This represents an important contribution for the expansion of training and certification in plastic welding in the partnership countries and will also help to further expansion beyond the current consortium and through the numerous companies and institutes comprising the EWF network. A major outcome of the project was the organization of Pilot-Courses in the target countries, based on the common guidelines developed early on in the project.

Raising Awareness on the Importance of Complying and Implementing the

Qualification of Welding Personnel according to EN ISO 3834, QWS3834

The basic idea of the project was to raise awareness and promote company's compliance to EN ISO 3834, as a way to ensure a high degree of quality in the training and qualification of personnel involved in all stages of the welding activity. The partnership was composed of EWF and its members from Bulgaria, Poland, Romania, and Spain.

The project has assessed the different national requirements for compliance with EN ISO 3834 in order to develop the appropriate handbooks, namely a Personnel and a Company Handbook.

The development of these handbooks will serve as a basic guidance to all personnel, whether welders, welding operators or company managers to follow the necessary guidelines to comply with EN ISO 3834.

Informal Training Recognition in Welding, B-PROF

The project intends to introduce an alternative system of certification to allow workers with previously unrecognized welding competences and experience to have these competences properly and officially recognized.

The Partnership consists of EWF and its members from Portugal, Slovenia and Spain. B-PROF will address specific problems:

- The lack of an Accreditation of Prior Learning (APL) system for welding that can satisfy current labour market needs
- Professionals working in welding technology often lack a minimum of academic studies to fulfil the requirements for professional certification as welders
- General lack of motivation for disadvantaged workers to certify themselves. To overcome these difficulties, B-PROF will
- Develop an integrated, modular APL system to certify workers with confirmed experience as welders
- Promote higher employability for older workers who will benefit from this system
- Analyse the possibility of implementation of the new system on current EWF qualification and certification system
- Define the necessary steps towards adapting the new system to current EU Qualification Framework EQF.

Participation of Hungary in EWF

Hungary became EWF Observer member in 1991 being represented by the Technical University Budapest, and from 1994 to 1997 by GTE, the Scientific Society of Mechanical Engineers.

Since 1997 Hungary is represented in EWF by MHTE, the Hungarian Association of Welding Technology having Dr. Béla Szabó, and Prof. Mihály Komócsin as delegates in the EWF General Assembly.

Interested to implement the European harmonized system for qualification in welding created and developed in the frame of EWF, MHTE applied in May 1998 for becoming Authorised National Body ANB. On 31 August 1998 the first ANB Assessment Audit to MHTE took place in Budapest and in December 1998 authorization was granted for Training and Qualification in the following levels: European Welding Engineer EWE, European Welding Technologist EWT, European Welding Specialist EWS, and European Welding Practitioner EWP.

At the end of 1998 MHTE was accepted as full member of EWF.

In 4-5 June 2000 Hungary hosted the EWF General Assembly Meeting in Budapest with a very big success.

In December 2001 authorisation was granted to the Hungarian ANB for European Welder

EW and European Welding Inspection Personnel EWIP.

For the time now the Hungarian ANB is authorized for following qualifications E/IWE, E/IWT, E/IWS, E/IWP, E/IWIP, E/IW and IWSD (Welding Structural Designer). There are 9 Approved Training Bodies (ATB's).

In 2002 MHTE was approved as Authorised National Body for Company Certification ANBCC according to EN 729 and for the implementation of the EWF Environmental Management System EMS, becoming the first organization in EWF to be accredited for the EMS. The Hungarian ANBCC is now authorized to implement de EWF MCS for EN ISO 3834, EMS and SMS.

A total numbers of 937 EWF diplomas and 1029 IAB Diplomas have been awarded by MHTE until the end of 2011 with an average of 200 diplomas/certificates per year in the last 4 years.

In 2011 a total number of 242 diplomas and certificates were awarded (104 EWF

diplomas, 132 IAB diplomas and 6 MCS certificates).

Since 1998 when Prof. Mihály Komócsin and Dr. György Somogyi asked permission for participating in the technical work of EWF Committees as observers the representatives of MHTE participated actively in different EWF/IAB working groups as for example EWF WG EN 1090 – Welding Coordinators, EWF WG Laser Processing personnel, IAB WG WGA#2a – Existing Engineer/Technologist/Specialist/Practitioner Guidelines, IAB WGB#4 – Harmonised Examination.

MHTE participated also very efficiently in the frame of several European Leonardo da Vinci projects like ACCESSWELD, WELDIMP, WELDICTION PLUS, SME-Hamster, EUROWELD or WELDSPREAD.

Conclusions

The European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) was created 1992 with the aims to promote the interests of the European welding industry through its members worldwide in order to facilitate the harmonised education, training, qualification and certification systems, to promote networking in areas of mutual interests and, generally, to promote the welding activities and knowledge in Europe. The EWF network comprises more than 6000 companies and 50000 persons.

The EWF Harmonized T&Q System was a pioneer idea in Europe. The number of awarded diplomas by the European countries increased continuously despite a decrease in growth rate after the implementation by IIW IAB of the international system.

The EWF harmonized Certification Systems for Personnel and Companies is also growing and now involves 500 certified companies and 1500 certified personnel.

EWF is co-operating with the International Institute of Welding IIW towards the development of a single international system for education, qualification, and certification of welding personnel as well as for certification of companies.

The EWF has participated since 2000 in the preparation and implementation of several European projects with the goal to improve the co-operation between its members, as a way to consolidate the International/European System for Training, Qualification and Certification. Many EWF members and their clients have benefited substantially from the growing involvement in collaborative projects.

By all its activity the EWF represents a platform of European cooperation in welding which is based on the contribution and participation of its members.

MHTE, as the Hungarian member of EWF, has contributed very actively during the last 20 years to the achievement of the successful history of EWF.

References

- [1]. Coutinho L., Ferraz R., Fernandes I. – International education, qualification and certification systems in welding, Proceedings of 2nd SEE IIW International Congress, Sofia, Bulgaria, October 2011
- [2]. EWF Annual Report 2011, EWF- IAB Secretariat, Portugal, 2012 [3]. IAB Annual Report 2011, IAB Secretariat, 2012
- [4]. Fernandes, I. – Editorial, Qual Cert Newsletter, 29, 2011
- [5]. Quintino L., Ferraz R., Fernandes I. and Jessop T. – European Welding Federation – Recent Achievements and Future Challenges, EWF, 2008
- [6]. Hernandez, G – International Welding Qualification and Certification Systems for Persons and Companies, EWF Document, 10, 2009

Dr. Dorin Dehelean,
Executive Director, Romanian Welding Society



és

Corweld PLUS

bemutatja

MagTrac és WISE turné

Megérkezett – bemutatjuk – meghegesztjük

Megoldást kínálunk!



MagTrac – miért?

- Termelékeny és egyszerűen kezelhető
- Kompatibilis minden FastMig inverterrel
- Nagy teljesítményű, inverteres áramforrások
- Teljes szakmai háttér és gyakorlati oktatás

Kemppi WISE™ szoftverek alkalmazása



WiseRoot

- kézi gyökhegesztés



WisePenetration

- beolvadás kontroll
- kézi és automata hegesztésnél



WiseFusion

- rövidzárlatos impulzus technológia
- kézi és automata hegesztésnél



Corweld Plus Kit

1119 Budapest, Andor u. 60.
telefon +36 1 208 4641
fax +36 1 208 1858
e-mail office@corweld.hu
website www.corweld.hu

corweld.h

magyarországi hivatalos Képviselet és Szer

Dr. Cselőtei István*

A minősített hegesztőkkel kapcsolatos műszaki szabályozás

A minősített hegesztőkről általában

A hegesztés, forrasztás, fémszórás olyan ipari technológia, ahol utólagos vizsgálattal csak korlátozott mértékben lehet feltárni a varratban (a belső részben) lévő hibákat, eltéréseket, melyek az üzemeltetés során töréshez, idő előtti kifáradáshoz, következtésképpen balesetekhez, katasztrófához vezethetnek. A megoldás, a folyamat szabályozása, melynek egyik eleme a hegesztő felkészítése, gyakorlati szóhasználatával minősítése.

A címben megfogalmazott szándék „A minősített hegesztőkkel kapcsolatos műszaki szabályozás” magyarázatra szorul.

- Ez esetben nem technológia, a gép szabályozásáról van szó, hanem jogszabályokban rögzített rendelkezésekről. Itt az emberre, a környezetre, a vagyoni károsodási kockázatot jelentő tényezők minimalizálása a követelmény.
- A gyakorlati életben a hegesztés rokon eljárásai megnevezés lenne a célszerű. Ebbe a fogalomkörbe beletartozónak tartja a szakirodalom a forrasztást, a fémszórást, a termikus vágást.

Jelen eszmefuttatásban azokat a rendelkezéseket kívánom összefoglalni, melyek nemzetközi és hazai szinten jogszabályokban jelennek meg.

Jelentős károk, katasztrófák esetén az állam nem vonhatja ki magát a károk elhárításából, hiszen a kockázat nagysága miatt semmilyen más szervezet, vagy biztosító nem állhat helyt azokért.

A jogszabályok alapvetően két csoportra bonthatók. Az egyik, amely veszélyes berendezések gyártása körülményeiről rendelkezik, a másik a hegesztést végző személy és környezetét védi az életet, egészséget okozó kockázatoktól. Írásomban én az előbbi, a veszélyes berendezések gyártásával, összefüggő kockázatok jogszabályokban rögzített kockázatival kívánok foglalkozni.

A hegesztés, a forrasztás, a fémszórás lehet többféle. Erre a tevékenységre a végrehajtást végző személy ren-

delkezhetséget iskolában, vagy iskolarendszeren kívül továbbképzés keretében szerzett bizonyítvánnyal, vagy tanúsítvánnyal. A bizonyítvány egész életére szól. A tanúsítvány egy korlátozott időre, korlátozott tevékenységre vonatkozó készsége igazolását jelenti. Ez utóbbit „minősített” jelzővel használjuk. Írásomban kizárólag a „minősített hegesztő” szabályozásának témakörével foglalkozom. Néhány helyen fogok utalni magára a hegesztő szakmára.

A jelzett szakterületek közül a fémhegesztésről, mint a klasszikusan már kiforrottabb problémaköréről írok elsősorban.

A hegesztéssel, mint gyártástechnológiával sokféle termék készül. Én kizárólag a veszélyes berendezések gyártásával, javításával, felújításával összefüggő témakörre koncentrálok. Tulajdonképpen nem a hegesztést kell szabályozni, hanem azokat a körülményeket, melyek kockázatok minimalizálását szolgálják.

A hegesztők minősítésének nemzetközi gyakorlata

A fejlett országok, de az Európai Unió országai sem egységesek a kockázati tényező megítélésében, nincs elfogadott nemzetközi szintű szabályozás. Az egyes országok – a saját – tradícióik alapján rendelkeznek erről a kockázati tényezőről.

A jogi rendelkezések kifejezetten a veszélyes berendezések gyártására, a már üzemelő ilyen készülékek felújításával összefüggő hegesztési tevékenységre vonatkoznak.

A minősítés folyamatát szabványok fogalmazzák meg, melyek minimális követelményeket rögzítenek. A minimális szintet meghaladó veszélyekre jogszabályok, szabályzatok tartalmazznak előírásokat.

Az EU szabályozás korlátozottan terjed ki az egyes területekre. Összefoglalóan azt lehet mondani, hogy a gyártás nagyrészt EU szinten szabályozott, de a helyszíni beállítás, üzemeltetés, javítás nemzeti hatáskörben van.

A többlet követelmények rögzítésére azért van szükség, mert az adott ország műszaki színvonala, elvárása



1. ábra

nem érvényesül az előírásokban, miközben a felelősség adott.

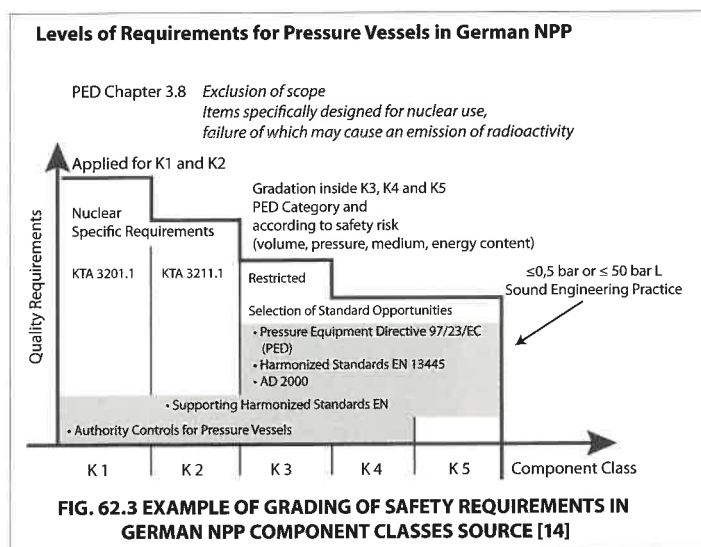
Az 1997. évi 78. tv. az épített környezet alakításáról és védelméről rendelkezik kockázatok megelőzésének tennivalóiról. Az „Atomtörvény” (1996. évi 116. tv.) végrehajtására kiadott (118/2011.(VII.11.) Korm. rendelet alapján több tíz oldalon kerültek rögzítésre a hegesztéssel összefüggő tennivalók.

A nyomástartó berendezések gyártásáról rendelkező 97/23/EC direktíva, illetve a hazai jogrendbe illesztéséről szóló 9/2001. (IV.05.) GM rendelet csak minősített hegesztő részére teszi lehetővé a gyártás folyamatában történő munkavégzést.

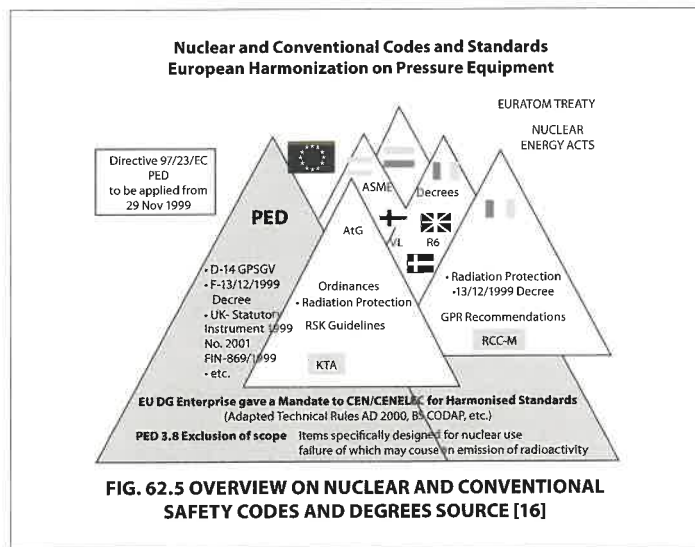
A multinacionális cégek (Chevron, Shell, Gazprom, Linde, Messer, stb.) saját rendszereket működtetnek, speciális szabályokat alkalmaznak.

A hegesztés „szabályozott szakma” 2001.évi 100. tv. 28.§ (3).

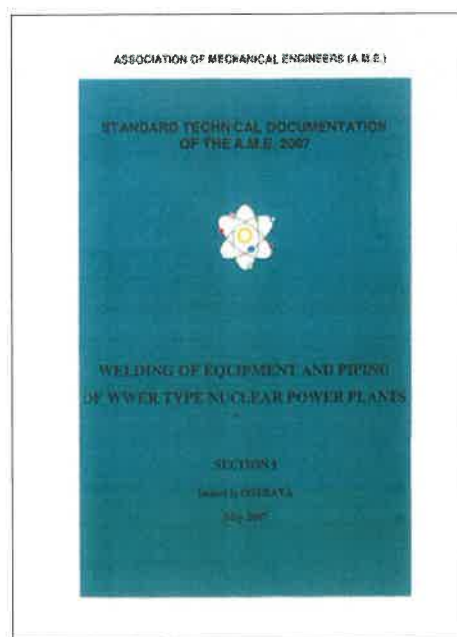
„Szabályozott szakmának minősül az olyan szakmai tevékenység, vagy szakmai tevékenységek csoportja, amelyeknek a megkezdését, folytatását, vagy meghatározott módon történő folytatását jogszabály, vagy közvetlenül, vagy közvetve, meghatározott szakmai képesítés birtoklásához köti, továbbá, amelyek külön jogszabály szabályozott szakmának minősít. A szakma meghatározott módon



2. ábra



3. ábra



4. ábra

történi gyakorlásának minősül különösen az, ha jogszabály meghatározott szakmai cím használatát meghatározott képesítés birtoklásához köti.”

Az oktatási miniszter a minősített hegesztést, ezen tevékenységek közé sorolta (Kulturális Közlöny 2009. évi 17. szám 7. melléklet.)

A hegesztésnek, mint gyártástechnológiának adottak a szabályai.

A hegesztés szabályozása

Az ASME (az amerikai gépészmérnökök szervezete) IX. kötete (Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators) ad útmutatást a hegesztők és forrasztók

minősítéséhez. A szabályok megértéséhez több alkalmazási kézikönyv is rendelkezésre áll, melyek a veszélyes berendezések gyártásának, javításának fontosabb tényezőiről adnak összefoglalást. (Lásd 1. ábra).

A 750 oldalas kötet (Companion Guide to the ASME Boiler Pressure Vessel Code. Criteria and Commentary on Select Aspects of the Boiler Pressure Vessel and Piping Codes Third Edition. 2009 by ASME New York.) jelentős részét képezi a hegesztés témakörének széleskörű feldolgozása. Tartalmazza a világban említett érdemi eljárásokat, országokként részletezi a vonatkozó információkat. A feldolgozás része a hegesztés műszaki szabályozása, beleértve az állam szerepe is.

Szabályozások az EU országokban

Az európai országok nagyrészt ragaszkodnak nemzeti hagyományaikhoz.

Németország

A Magyarországon működő hegesztőket minősítő, német tulajdonban lévő szervezetek (TÜV Rheinland InterCert, ÉMI-TÜV SÜD, TÜV NORD, stb.) szinte minden hegesztő minősítő tanúsítványon megjelenítik azokat a többlet követelményeket, melyek a nemzeti szabályozásuk részét képezik.

Az atomerőművekre vonatkozóan rögzíti a K1 (KTA 3201.1), a K2 (KTA 3211.1) kategóriára vonatkozó többlet követelményeket. (KTA Standards Der Kerntechnische Ausschuss <http://www.kta.gs.de>. (A könyv 560. oldal. Lásd az 2. ábra.)

A többletkövetelmények egymáshoz történő viszonyát a 3. ábra szemlélteti.

Csehország

Egy speciális hegesztő képzést és vizsgáztatást, szabályozást és igazoló iratot alkalmaz (hegesztő bizonyítvány), mely eltér a nemzetközi gyakorlattól és csak cseh területen érvényes.

A hegesztési előírások EU szabványokra épülnek, de több helyen, kiegészítő, többletkövetelményeket épít be. Ilyenek pl. a többlet technológiai vizsgálatok, roncsolásmentes vizsgálatok, a korrózióálló anyagok esetében megjelenő szigorítások.

Az előírások sajátos formája az A.M.E. szabály Czesch Assotiation of Mechanical Engineers. (A címlapot lásd a 4. ábrán.)

A mintegy száz oldalas kiadvány „behívja” (nem ismétli meg a szabványokat), de rögzíti a nemzeti többlet követelményeket. Gyakorlatilag a „napi” tevékenységet jogilag szabályozza. Az előírást naprakészen a Prágai- és a Brno-i Műszaki Egyetem gondozza, az illetékes cseh hatóság a vonatkozó törvényre való hivatkozással megköveteli. Így érvényesül a nemzeti felelősség.

Franciaország

A nemzeti előírások az ún. CODAP rendszerben jelennek meg. (Könyv 192. oldal.) Az alapok egyeznek az EU előírásaival, de mielőtt 97/23/EC irányelvben rögzítetténél veszélyesebb berendezésekről van szó, akkor az amerikai American Society of Mechanical Engineers (ASME) előírásait használja. Az egyes többlet-elő-

írárok jelölése: CODETI, COVAP, RCC-M, RCC-MR.

Ausztria

Ausztriában a nyomástartó berendezésekre, így a hegesztésre vonatkozó rendelkezéseket a Kesselgesetz [Kazántörvény], Szövetségi Törvénytár, 211/92. száma a Nyomástartó Berendezésekre vonatkozó Rendelet (DGVO); Szövetségi Törvénytár II. rész, 1999. 11. 12-én kelt 426/99. száma tartalmazza.

Spanyolország, Belgium

Vegyes szabályozás érvényesül. Ha a berendezés európai eredetű, akkor az EU, ha amerikai, akkor az ASME előírásait alkalmazzák.

A hegesztésre vonatkozóan a vegyes rendelkezéseket alkalmazzák. Jellemző a többletkövetelmények rögzítése. Ilyenek pl. a minőségbiztosítás, az auditok előírása, gyakran kötött az, hogy a berendezést melyik szervezet jogosult átvinni.

A leglényegesebb különbség az anyagbeszállításban van. Megszokottabb az ASME előírás, mert az egyszerűbb az európainál. A hegesztés viszont alapvetően függ az anyagtól.

Finnország

A törvények, előírások, szabályzatok EU centrikusak, de az atomerőművek esetében szinte kizárólag az amerikai előírásokat alkalmazzák. Itt független (ASME) szakértők felügyelik a harmadikfeles szerződéseket, így a hegesztők minősítésének teljes folyamatát is. A hegesztő elveszti tanúsítványát, ha elhagyja az adott céget, újból kell vizsgáznia.

Európán kívüli országok

Évtizedek óta létezik megállapodás az európai EN és a nemzetközi ISO szabványok közelítéséről (Bécsi Egyezmény). Mindkét fél igen jelentős lépéseket tett ez ügyben. A vita az üzleti szempontból legjelentősebb szabványnál az EN 287-1 esetében van. Szakértők véleménye szerint Európa belátható időn belül kénytelen lesz feladni álláspontját, illeszkedni az azonos tennivalókat megfogalmazó ISO 9606-1 szabványhoz.

Az utóbbi évtizedekben a hegesztési tevékenység Kína, Korea, Japán, India, Oroszország, Ukrajna irányába tolódott el, ami az EU előírások további háttérbe szorulásával jár.

Véleményem szerint az európai és az évekkel ezelőtti magyar műszaki

szabályozás liberális volt, miközben a kontinensünkön kívülre az általunk megszokottnál nagyobb állami szerepvállalás volt a jellemző pl. Dél Korea, USA, Kanada, Dél Afrika, Közel Kelet stb.

Amerikai Egyesült Államok (USA)

Az USA-ban a hegesztés műszaki szabályozása az egyes tagállamok szintjén történik. Példaként egy nem tipikus ipari állam gyakorlatát említem. Oklahoma államban pl. 27 oldalon a helyi „Munkaügyi Minisztérium” által elrendelt módon rögzíti az állam követelményeit. Lásd 5. ábra.

Dél Korea

A állam direkt módon közreműködik a hegesztés műszaki szabályozásában. Lásd 6. ábra

A hegesztők minősítése Magyarországon

Hegesztők minősítését először Magyarországon 3/1969.(VII.29.) KGM rendelet vezette be. A bevezetést az 1969. január 2-án Récseleken történt katasztrófa indokolta. A hegesztők minősítéséről azóta folyamatosan jogszabályok rendelkeztek. A jelenleg a 6/1996. (II.21.) IKM rendelet tartalmaz előírásokat.

A hazai jogi szabályozásnak már voltak előzményei. Az 1960-as években a hazai hajógyárak pl. a szovjet és a Német Szövetségi Köztársaság megrendelése alapján már ún. „minőségi hegesztőket” alkalmaztak. Az eljárás a „regisztrációs eljárás”, az üzemre vonatkozóan a „regisztrációs engedély” része volt. Már az 1960-as évek közepén összekapcsolódott biztosítás, a minőségi- és műszaki követelményrendszer a személyzet felkészültségének követelményeivel.

A korábbi rendeletek szűkszavúan, de komplexen kezelték a folyamatokat, kitértek a kapcsolódó képzésekre, az oktató bázisok megfelelőségének ellenőrzésére. Határozott szándékot rögzítettek arra, hogy kellően felkészült szakembergárda segítségével megoldhatók legyenek a mindenkori műszaki feladatok. Történjenek intézkedések a potenciális balesetek, veszélyek, katasztrófák megelőzésére. A rendeletek a jogokat és kötelezettségeket a Magyar Hegesztőminősítő Testület elődjére ruházták.

Az elmúlt évtizedekben szerencsére hegesztésre visszavezethető katasztrófa nem történt Magyarországon. Elemzés-

Oklahoma Department of Labor

Welding Law

59 O.S. §§ 1624-1641

Administrative Rules

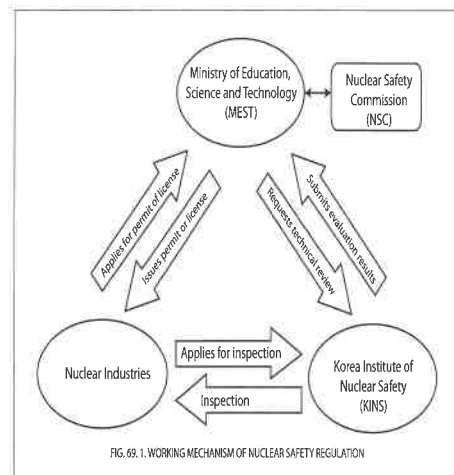
OAC 380:20

2011 Edition



Mark Costello
Commissioner of Labor

5. ábra



6. ábra

re kerültek az egyes előforduló balesetek, a tanúsítványokkal történő visszaélések. Jelenleg is nagyszámú jelzés érkezik a tanúsítványok hamisítására. A naprakész nyilvántartásunk alkalmas arra, hogy felhasználásával a bizonyítványhamisítások egy része „lebukjon”.

A működés folyamata

A Testület jelenleg alapvetően szabályalkotó, ellenőrző tevékenységet lát el, kiadja a tanúsítványokat, míg az operatív tennivalókat egy nonprofit szervezet a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (MHTE) látja el. Fogadja a vizsgázni szándékozókat, szerződést köt a megrendelővel, kiküldi a vizsgabiztosokat, kitölti, archiválja a tanúsítványokat, kezeli a pénzügyi és számviteli folyamatokat.

A tanúsítványokat szinte kivétel nélkül a veszélyes ipari berendezéseket gyártó üzemek igénylik, ahol egyedi, jelentős hozzáadott értéket képviselő termékek készülnek.

A kellő felkészültségi fokozattal rendelkező minősített hegesztők között gyakorlatilag nem volt, jelenleg sincs munkanélküli.

A személytanúsítás konfliktusok nélkül, piaci versenyben valósul meg. A válság ellenére a megrendelések száma említést érdemlően nem csökkent.

Az általunk tanúsított minősített hegesztők megállják a helyüket a hazai és a nemzetközi megmérettetésben. A hazai képzés és vizsgáztatás ugyanakkor növeli a foglalkoztatás lehetőségét.

A Testület szoros kapcsolatokat tart az illetékes nukleáris, műszaki biztonsági, bányabiztonsági hatóságokkal, számukra speciális szolgáltatásokat végez.

A minősítés elvégzését európai irányelvek, jogszabályok, szabványok rögzítik. (Pl.: 97/23/EC irányelv a nyomástartó berendezések gyártásáról, 80/2005. (XI.11.) GKM rendelet a gázelosztó berendezések biztonsági követelményeiről, a 79/2005. GKM rendelet a szénhidrogén szállítóvezeték biztonságai követelményeiről, a 3/1998. IKIM rendelet az egyes hegesztett szerkezetek gyártásáról, 63/2004. (V.5.) GKM rendelet a nyomástartó berendezések műszaki felügyeletéről, a 118/2011. (VII.11.) Korm. rendelet a nukleáris biztonságról, a 11/1994. (III.25.) IKM rendelet az éghető folyadékokat és olvadékokat tartalmazó tartályok biztonsági követelményeiről rendelkezik, stb.) Valamennyi rendelkezésben a hegesztésnek kiemelt szerepe van. Pl.: a 80/2005. (XI.11.) GKM rendelet 3. §. (3) a) Szakági Műszaki Bizottságába a Testület képviselőjét is bevonták.

Az MSZ EN 15085 szabvány a vasúti járművek és berendezések hegesztésre tartalmaz igen részletes előírásokat. Az MSZ EN 14730 szabvány a vasúti sínek hegesztésének követelményeit taglalja.

Az MSZ EN 1090 szabványsorozat tartalmaz előírásokat a fémszerkezetek hegesztésére.

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (MHtE) képviseli Magyarországot az európai (EWF) és világ (IIW) szervezetekben, melyek akkreditációja alapján kiadja mindazokat a diplomákat (hegesztő mérnök, technikus, specialista, stb.)

melyek nemzetközi szinten egyedül elfogadottak ezen a szakterületen. Az MHtE közreműködésével tehát „egy kézben van” a hegesztés teljes folyamata.

A hatóság engedélyezési tevékenysége

A hatósági engedély alapján üzemelő létesítmények biztonságánál meghatározó művelet a hegesztés. A berendezések előállítása mellett a hegesztéstechnológia alapvető eljárás az üzemelő létesítmény javítása, karbantartása és átalakítása területén is, ami szabályozás szempontjából nemzeti hatáskör.

Az EU szabályozás nem tiltja, hogy az illetékes miniszter (2006/123/EC, illetve a 2009. évi 76. tv. alapján) jogszabályban rendelkezzen erről a szolgáltatásról.

Napjainkban milyen kockázati tényezőkkel kell számolni?

Igen jelentős a piaci verseny. A folyamat adminisztratív befolyásolása várhatóan zavarná a napi működést. A külföldi illetőségű tanúsítók várhatóan a saját előírásait helyeznék előtérbe. A többletkövetelmények Németország esetében az AD Merkblatt, Franciaország esetében a CODAP, az Egyesült Királyság esetében BS, stb. előírások belépését jelentené, miközben minden évben igen jelentősen nő az amerikai ASME Szervezet szerepe, befolyása. Ugyanakkor Magyarországon tovább nőne az EU szervezeten kívüli ukrán, moldáv, orosz stb. illetőségű minősített hegesztők szerepe, visszaszorulna a tevékenységük kontrolljára.

Jelentős hegesztő igényt jelent például a Paksi Atomerőmű üzemidő meghosszabbításával összefüggő hegesztési tevékenység, valamint az új atomerőművi blokkok építése.

A vonatkozó szabványok rendkívül dinamikus változnak, mintegy 80 %-uk angol nyelvű. A magyar nyelvre történő lefordításuk nem megoldott.

A fentiekben túl a legnagyobb problémát a műszaki biztonság területén prognosztizálható kockázat jelenti. Egy esetleges katasztrófa esetén az állam felelőssége megmarad.

A potenciális megrendelők a mai szolgáltatási árak többszörösével lesznek kénytelenek szembesülni. Erről a szövegbe jöhető honlapok, lapok megnyitásával tájékozódni lehet.

A hegesztő minősítése egy szakmai kapcsolatrendszer egy elemét jelenti. A rendszer a berendezések gyártásánál illetve az oktatási tevékenységeknél is egymásra épül. A hegesztő szakmunkás, minősített hegesztő, hegesztő technológus, hegesztőmérnök kapcsolatát, a szakmai irányítás egységes hazai szintjét jelenti. Egy elem kiemelése és a nemzetközi tanúsító szervezetek számára megnyíló teljes szabad verseny a rendszer további elemeinél is károkat okoz, így a mérnökképzésben és a technikusképzésben is.

A kívánatos jövőkép

A magyar hegesztési kultúrát fejlettnak tartjuk, szeretnénk a meglévő pozíciókat tartani, fejleszteni. Együtt kívánunk haladni a nemzetközi mezőnnyel, magas szinten megfelelni az ipar, a szolgáltatás növekvő igényeinek.

Minden szinten hozzá kívánunk járulni a hegesztési kultúra fejlesztéséhez. Néhány példa:

- Hozzá kívánunk járulni az utánpótlás fejlesztéséhez. A 2011-es esztendőben alapvetően érvényesíteni tudtuk követelményeinket a hegesztők szakmai és vizsgakövetelményei jogszabályban megjelenő megfogalmazásánál, részesei vagyunk a 2012. évi szabályozás megalkotásának.
- Nem vagyunk elégedettek a hazai hegesztő szakmunkásképzés rendszerével, a nemzetközi mezőny követelményeihez jobban igazodó szisztéma alkalmazását tartjuk célszerűnek.
- Az európai- és a világ hegesztési szövetségében, a határokon átnyúló fejlesztési programokban változatlanul aktívak kívánunk maradni.
- Tekintettel a hazai partnereink igen jelentős költségérzékenységeire a működési formánkat továbbra is nonprofit jelleggel tartjuk célszerűnek fenntartani.
- Olyan tevékenység bonyolítását is vállaljuk, amely induláskor veszteséges. (Pl. a víz alatti hegesztők tanúsítása, a termikus szórás, alumino-termikus hegesztés, forrasztás, stb.) Ezekre az MHT nélkül csak a határainkon túli tanúsítóknál van lehetőség.
- Közreműködünk jogszabály alkotási folyamatban. (Pl.: másfél éve készül az ú.n. Hegesztési Biztonsági Szabályzat.)

Dr. Cselőtei István

Elegend van a semmihez sem értő hegesztőgép üzletkötőkből?

Nem tudod elvégezni a napi munkádat
az unalmas, „a cégünk ekkor
és ekkor alakult blababla”
eladási prezentációktól?

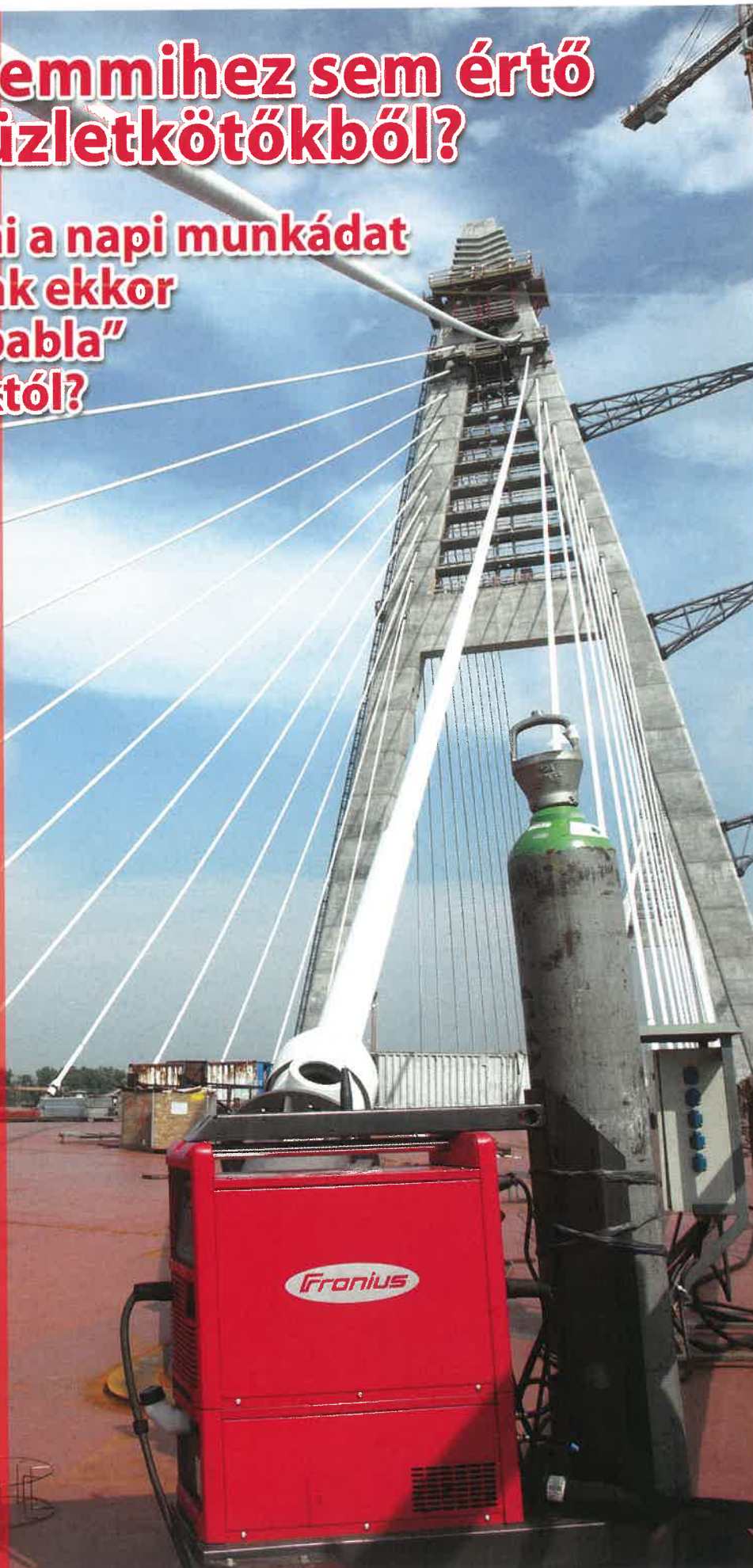
Válaszd a másik utat!

A cél a Te egyedülálló támogatásod
a hegesztés- és vágástechnika területén
szakemberektől szakembereknek,
az eszköz a világ technológiavezető
hegesztőgépe, a **Fronius**.

Hozzáértés, a szakma ismerete és szeretete,
szélsőséges körülmények között is
verhetetlenül működő berendezések,
akárhol és akármikor.

Nem egy sokadik láda, hanem a legjobb
hegesztőgép, a legjobbaknak.

Neked!



Froweld Kft.

1239 Budapest, Grassalkovich u. 255.

telefon: 06 1 287-8477

e-mail: info@froweld.hu

Akkor amikor igazán számít az ár és a minőség
válassza az **EWM** hegesztő berendezéseit.



2083 Solymár, Gorkij u. 9/B.
Tel: +36-20-433-7646

e-mail: itminternationalkft@gmail.com website: www.itmwelding.com

Dr. Balogh András*–Gáspár Marcell**

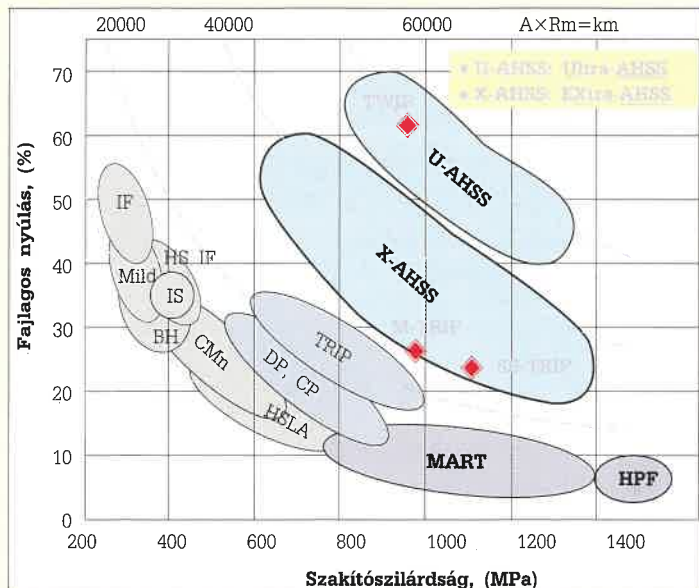
Nagyszilárdságú acélok hegesztésének standardtól eltérő koncepciója

Az anyagi és energiaforrások kimerülésétől fenyegetetten a 21. század első évtizedeinek jellemző trendje a mozgó és helyhez kötött szerkezetek önsúlycsökkentése. Az önsúlycsökkentés a szilárdságtan adta lehetőségek kihasználása mellett az anyagok szilárdságnövelését igényli. A szilárdságfokozás megvalósításához az acélgyártók olyan megoldásokat alkalmaznak, amelyek a hegesztés szempontjából kisebb-nagyobb mértékben előnytelenek. A gyártástechnológiából eredően a nagyszilárdságú acélok hegesztése a legfeljebb 360 MPa folyáshatárú acélokéhoz viszonyítva új szemléletet és a megszokottól eltérő technológiai megoldásokat igényel. Jelen cikk a hegesztőmérnökök számára áttekintést ad azokról a tudnivalókról és technikai-technológiai fogásokról, amelyek lehetővé teszik a nagyszilárdságú acélok sikeres és gazdaságos hegesztését.

Bevezetés

A hozzáférhetőség, a komplex tulajdonságok és nem utolsósorban az árviszonyok alapján belátható, hogy a 21. század elején, a fémcsoporton belül az acélok (mint vasötvözetek), valamint az alumínium-, réz-, nikkel-, titán- és cirkónium-ötvözetek a mérnöki célokra leginkább alkalmas szerkezeti anyagok.

A fémcsoport tagjai közül minden kétséget kizáróan az acél a legfontosabb szerkezeti anyagunk. A vezető szerepet az acél a vasnak a földkéregben való előfordulása magas százalékának, a kiforrott (és a más fémekéhez viszonyítottan) nem túl bonyolult és nem túlzottan drága előállítási technológiájának, a kedvező mechanikai, fizikai és kémiai igénybevételeknek való jó ellenállásának és a (hegesztő)



1. ábra: A hagyományos szerkezeti és a modern nagyszilárdságú acélok (AHSS) szakítószilárdságának és fajlagos nyúlásának összefüggése

mérnöki szempontból lényeges jó feldolgozhatósági tulajdonságainak köszönheti.

A kommersz, 235...275 MPa folyáshatárú acélok hosszú időszakon keresztül megfeleltek az ipari igényeknek. Az 1967-es és az 1973-as évszámhoz köthető közel-keleti háborúk kiváltotta olajválság azonban minden közlekedési eszköznél, illetve mozgó munkagépnél felerősítette az önsúly jelentőségét. Az iparilag fejlett, vagy az átlagnál dinamikusabban fejlődő államok növekvő acéléhsége szintén az acélok szilárdságnövelése (és ezzel az egy gyártmányhoz szükséges acéltömeg csökkentése) irányában hatott. Az acélgyártás és vele szinkronban az acélfelhasználás átstrukturálódására figyelmeztetnek a következő adatok: amíg az Európai Unió 27 tagállama 2011-ben 177 millió tonna (Magyarország 1,7 mt) és Észak-Amerika 119 mt (USA 86 mt) nyersacélt állított elő, addig az ázsiai államok 954 mt (Kína 683 mt) acélt gyártott [1].

A hegesztett szerkezetek önsúlycsökkentése komplex tervezőmérnöki feladat. Anyagválasztási oldalról az önsúlycsökkentés az acélok szilárdságának növelését jelenti. A lehetséges szilárdságnövelési lehetőségeket (ötvöztetés, hidegalakítás, termikus és termomechanikus kezelések), és főként az autógyártás igényelte új, anyagszerkezeti módosító eljárásokat az 1. ábra alapján tekinthetjük át [2].

A nagyszilárdságú acélok hegesztési problémái

A különféle szilárdságnövelő mechanizmusokkal létrehozott nagyszilárdságú acélok hegesztési vonatkozásai a normál szilárdságú acélokétól (sok esetben) erősen eltérőek. A nagyszilárdságú és a korszerű nagyszilárdságú acélok hegesztésekor a tömegesen alkalmazott, legfeljebb 360 MPa folyáshatárú acélok hegesztéséhez képest számos újdonság és nehézség jelentkezik. A figyelmet elsősorban az igen ígéretes perspektívájú, edzett (Q) és A1 alatt megeresztett (T), a hazai szóhasználatnál kvázi-nemesített acélok hegesztésére összpontosítva, a felmerülő és sok esetben nehezen kezelhető hegeszthetőségi problémák a következőkben foglalhatók össze.

Ridegedés

A nagyszilárdságú acélok fejlesztési tevékenységének legnagyobb problémája, hogy a növekvő szilárdságnál a folyáshatár közeledik a szakítószilárdsághoz, egyidejűleg az alakváltozóképeség csökken, ami fokozott ridegedési hajlamot jelez. Az 1. ábra mutatja, hogy a jól hegeszthető szerkezeti acélokhoz (az ábrán Mild és C-Mn jelű mező) képest a (HSLA mezővel jelölt) nagyszilárdságú acélok ugyanazon a hiperbolán, de jóval alacsonyabb nyúlásértéknél helyezkednek el [2]. A szóban forgó hiperbola egyenlete:

$$A \cdot R_m = k_m \quad (1)$$

ahol: A % fajlagos nyúlás,
 k_m %MPa anyagkonstans;
 az adott esetben $k_m = 10\,000$,
 R_m MPa szakítószilárdság.

A korszerű nagyszilárdságú acélok (AHSS = *Advanced High Strength Steels*) fejlesztésénél a jelzett problémának nagy figyelmet szenteltek és a szakítószilárdság valamint a fajlagos nyúlás szorzatát az extra nagyszilárdságú acélok-nál (EHSS = *Extra High Strength Steels*) esetében meg-négyszereztek ($k_m = 40\,000$), az ultra nagyszilárdságú acé-loknál (UHSS = *Ultra High Strength Steels*) meghatszoro-zták ($k_m = 60\,000$). Ez a fejlesztési koncepció nagyon kedvező irányú és többek között lehetővé teszi a hegeszthetőségi problémák mérséklését is.

A hegesztés és más, jelentős hőbevitellel járó műve-letek (termikus vágás, feszültségcsökkentő hőkezelés, meleggyengítés) hatására a hőhatásövezet kritikus helye-in a szövetszerkezet kedvezőtlenül változik, ami a szívóság csökkenését eredményezi. A ridegedés különösen a negatív hőmérséklet-tartományban és a vastag szelvényeknél lehet jelentős, ezért a szabadban üzemelő, vagy üzemi okokból lehűlő, egyébként nagyobb (ezen belül dinamikus és/vagy szabálytalanul ismétlődő) igénybevételnek kitett szerkeze-tek-nél a falvastagságot korlátozzák. Ilyen esetekben a kis-méretű Charpy próbatestes ütővizsgálat mellett valós le-mezvastagságú próbatesten ridegtörési vizsgálatokat is cél-szerű végezni.

Ebből a szempontból a 600 MPa alatti (0,1 %-nál kevesebb kARBONT tartalmazó) termomechanikus acélok igen kedvezően viselkednek. Ennek bizonyítéka, hogy egyes gyártók-nak vastagabb szelvényeknél is meglepően kiváló Charpy energiákat sikerült elérniük.

Mivel az eddigi kutatások szerint a nagyszilárdságú acé-lok nehéz üzemi viszonyok közötti viselkedése sok tekintet-ben eltér a normál szerkezeti acélok-nál megszokottól, ezért a korszerű nagyszilárdságú acélok (AHSS) várható elterje-désekor a jövőben a tervezői és hegesztőmérnöki gyakorlat gyökéres megváltoztatására lesz szükség [3].

Ennek felismeréseként több egyetem és kutatóintézet kö-zös projekt keretében elkezdte azt a kutatómunkát, amely-nek fő célja az Eurocode 3 (a hegesztett acélszerkezetekre vonatkozó tervezői előírás-gyűjtemény) nagyszilárdságú (el-sőként a HSS) acélkategóriára való kiterjesztése [4, 5, 6, 7, 8]. Ezzel a törekvéssel szerzők a jelenlegi helyzet erősen vi-tatható anakronisztikussága miatt egyetértenek. Az ugyan-is az acélfejlesztés jelenlegi dinamizmusa mellett elfogad-hatatlan, hogy az Eurocode 3 valamennyi acél szilárdság-kategóriára maximum 160 MPa feszültségtartománnyal számol, amely eredetileg a 240-es folyáshatárú (37 kP/mm² szakítószilárdságú) acélok legnagyobb (lökhető) kifáradási határa volt [9].

Repedések a varratban és a hőhatásövezetben

A gyakorló hegesztőmérnök számára az elsődleges veszélyt a repedés jelenti. Az alapanyag- és hozaganyaggyártói tö-rekvésekkel együtt a technológia kidolgozóinak és végre-hajtóinak a repedések elhárítására kell a legnagyobb ener-giát fordítania. A nagyszilárdságú acélokat (is) tartalmazó szerkezeteknél a hibakereső (NDT) vizsgálatok mértékét és szigorúságát (főként az alkalmazás első évtizedében) jelen-tősen meg kell növelni.

Kristályosodási repedés

A nagyszilárdságú acélok neves gyártói az acél kikészíté-sére (salakosság, gázszennyezők, alacsony olvadáspontú eu-tektikumot képező szilárd szennyezők csökkentése, össze-tétel-homogenizálás, szabályozott hengerlés és/vagy hőke-zelés) különös gondot fordítanak, ezért a kristályosodási

repedés veszélye az egyéb szempontokból korlátozott vonal-energia tartományban többnyire nem áll fenn.

A kristályosodási repedések elhárítása érdekében a Mn/S hányadost 30 és 50 között, a kéntartalmat 0,035 % alatt kell tartani. Szerzők osztják Domanovszky véleményét, hogy a piacvezető acélgyártók által szállított igen alacsony szennyezőtartalmú (mindenekelőtt kéntartalmú) acélleme-zekkel szerzett kedvező hegesztési tapasztalatok nem álta-lánosíthatók [10].

Fokozott óvatosságra van szükség ugyanakkor a vastag ($s > 50$ mm) lemezek tartományában, ahol a kohászati tech-nológiák a lemez középső harmadában többnyire nem ké-pesek produkálni a felületi harmadokat jellemző összetéte-li és mechanikai tulajdonságokat [3].

Hidegrepedés

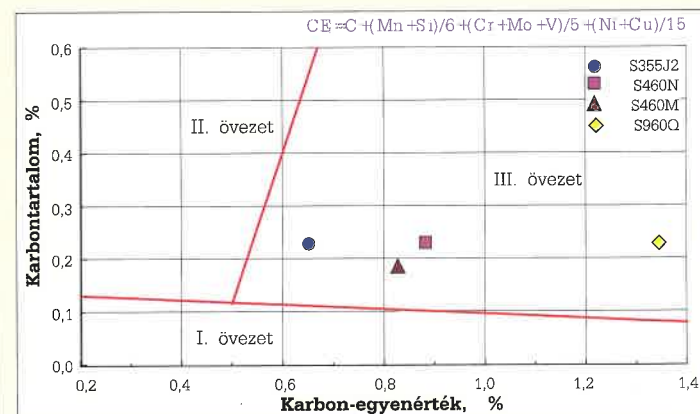
A hidegrepedési hajlam a nagyszilárdságú acélok-nál lényeg-ileg három tényezőtől függ [11]:

- a szövetszerkezet és annak keménysége,
- a varratfém és a hőhatásövezet varrattal határos sávjának diffúzióképes (atomos) hidrogéntartalma,
- a repedések terjedéséhez szükséges húzófeszültségek je-lenléte.

A szövetszerkezettel kapcsolatos hidegrepedési hajlamot a jelenséget kissé leegyszerűsítve az edződési hajlammal szokás kifejezni. Az edződési (helyesebben keményedési) hajlamra az acél karbontartalmát és az átalakulási diagra-mokat jelentősen jobbra toló ötvözőket egyesítő kar-bonegyenérték utal. A 2. ábrán látható Graville diagram [12, Annex XI] az acélokat három csoportra osztja. Az I. övezet-be tartozó acélok gyakorlatilag problémamentesen, minden külön intézkedés nélkül hegeszthetők.

A II. övezet acéljai alulról korlátozott hőbevitellel, a III. övezetbe eső acélok limitált hőbevitellel és egyidejű előme-legítéssel hegeszthetők. Az S460N, az S460M és az S960Q acélok elhelyezkedése azt mutatja, hogy (a melegen henge-relt S355J2 acélhoz hasonlóan) mindhárom acélminőség a III. övezetbe esik, amely elhelyezkedés a legnehezebb he-geszthetőséget jelenti.

Az acélgyártók az új, hegesztési feldolgozásra szánt nagy-szilárdságú acéljaikat úgy fejlesztik, hogy azok a III. mező-nek az alsó, 0,2 % kARBONTartalmat nem meghaladó és a le-hető legkisebb karbon-egyenértékű részébe essenek. A fej-lesztési trendekből jól látható, hogy az I mezőt jellemző



2. ábra A karbon-egyenérték és a kARBONTartalom repedési hajlam-ra gyakorolt hatása a Graville diagramban. (Az egyes acélfajtákra utaló szimbólumok a termékszabványok által megengedett összetételi maximumokat jelölik)

alacsony (cca. 0,1 %) C tartalom mellett a karbon-egyenérték jóval a régebben felső határnak tartott és a két mező-határoló vonal metszéspontja által kijelölt 0,50 % fölé vihető anélkül, hogy az acél hegesztése nagyon körülményessé és költségessé válna.

Az Al, Ti, Nb, Zr, V elemekkel végzett mikroötvöztetés és a termomechanikus kezelés együttesen a tús (*acicular*) ferrit kialakulásának irányában hat, aminek jóval kedvezőbb a hidrogén okozta repedéssel szembeni ellenállása, mint a hálós, a poligonális, vagy a Widmannst ferritnek. A tús ferrit kialakulását kristálycsíráként funkcionáló interstíciós vegyületekkel lehet elősegíteni [13].

Az egyes acélkategóriákat jellemző karbon-egyenérték kiszámítására különféle összefüggéseket dolgoztak ki. A Graille diagramhoz tartozó összefüggés a Si tartalmat is figyelembe veszi:

$$CE = C + \frac{Mn + Si}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (2)$$

Az EN 10025 euroszabvány a Si koncentrációt nem tartalmazó képletet használja:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (3)$$

A japán kutatók által kidolgozott repedésérzékenységi paraméter a Si-ot és a nagyon erős hatású bórt is tartalmazza:

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (4)$$

A Graille diagram alapján a nagyszilárdságú acélok hegesztéséhez előmelegítés és szabályozott vonalenergiájú (helytelenül: szabályozott hőbevitelű) technológia szükséges. A hűléssebességet csökkentő vonalenergia ugyanakkor kedvezőtlen hatású, mivel a kohászati technológiával létrehozott szövet a hegesztés és más termikus beavatkozás során olyan károsodást szenved, amely a kötés üzemi tulajdonságait (főként a szívósságot és a szilárdságot) rontja, és amely állapot visszaállítása ipari keretek között megoldhatatlan [14].

A múlt század végén ismeretessé vált, hogy a diffúzióra képes atomos hidrogén legalább annyira felelőssé tehető a hidegrepedés kialakulásáért, mint a kemény, rideg szövetek létrejötte. Az EHST és az UHST acélok hegesztésekor a hidrogénforrások minél tökéletesebb kiküszöbölésére és jól szárított, bázikus salakot adó hegyagra van szükség, hogy az ideálisan biztonságos ≤ 5 ml/100g varratfém határérték a varratban és a hőhatásövezet nagyhőmérsékletű zónáiban tartható legyen. A hegesztett kötésbe került hidrogén kidiffundálását a hegesztést közvetlenül követő 100...150 °C-os hőkezeléssel lehet és egyben célszerű elősegíteni.

A hidegrepedések kialakulásáért nagyrészt a varratra mérőleges húzófeszültségek okolhatók. A nagyobb falvastagság és az alakváltozást gátló merev szerkezeti kialakítás elkerülése kiemelt tervezői feladat. Amennyiben kényszerítő okok miatt az előzők nem lehetségesek, akkor az előmelegítési hőmérsékletet kell megnövelni, aminek a korábbiakban bemutatott okok miatt káros következményei is lehetnek.

A nagyszilárdságú acélok hegesztése a megszokottól eltérő elméleti alapokon

A nagyszilárdságú acélok hegesztési nehézségei elsősorban és mindenekelőtt abból adódnak, hogy a legfeljebb 360 MPa folyáshatárú acélokon szerzett hegesztési tapasztalatok az új acélokra közvetlenül nem vihetők át, sőt a jól bevált hegesztési szabályok mechanikus alkalmazása sok esetben egyenesen jóvátehetetlen károkat okoz(hat).

Szerkezetstabilitási probléma

A legjelentősebb hegesztési nehézség az acélgyártási technológiából ered: a költségcsökkentés miatt ötvöztetés helyett normalizáló hőkezeléssel, termomechanikus hengerléssel vagy kiválasztott keményítéssel gyártott acélok egyensúlytól eltérő állapota a hegesztési (termikus vágási, termikus egyengetési, utóhőkezelési) hőciklus hatására irreverzibilisen megváltozik, és az anyagszerkezetben bekövetkezett változások semmiféle utókezeléssel nem állíthatók vissza. Ezt a megfigyelést szerkezeti instabilitásként (*structural instability*) definiálhatjuk.

A hőhatás előtti anyagszerkezet megtartása megoldhatatlan feladat, azonban a stabilitás fokozására az acélgyártók kiterjedt kutatásokat folytatnak. Ígéretesnek látszanak azok az eredmények, amelyeket szerkezetstabilizáló (pl. a martensit megeresztődését gátló) ötvözőkkel érnek el.

Hozaganyag dilemma

A technológiai eredetű szilárdságnövelés a hegesztési folyamatban leolvadó hozaganyagok esetében nem alkalmazható. Ezért a hozaganyagok szilárdságnövelése csak a mikro- és makroötvöztetés jól átgondolt kombinációjával lehetséges. Az alapvetően Mn+Si ötvöztetésű alapanyagtól eltérő összetételű hozaganyag a jól bevált homogén kötések (a két alapanyag és a hozaganyag kémiai összetétele közel egyező) hegesztése helyett az inhomogén kötések (a hozaganyag vegyi összetétele jelentősen eltér a két közel vagy teljesen azonos alapanyagétól) hegesztéséhez vezet.

A nagyszilárdságú acélokhöz ajánlott hozaganyagok és védőgázok összetételét megvizsgálva a következő megállapítások tehetők:

- Kereskedelmi forgalomban kapható hozaganyagfajták: SWI pálcá, bevonatos elektróda, tömör VFI huzal, porbeles VFI huzal, fedettívű tömör huzal+fedőpor kombináció;
- A hegesztőhuzal választék ma még meglehetősen szegényes, de gyors ütemben folyik az újabb huzalok kifejlesztése;
- A tömör huzalok fő ötvözői: Mn, Si +Ni, Mo, Cr, (+V, Cu);
- A porbeles huzalok fő ötvözői lényegileg megegyeznek a tömör huzalokéval;
- A javasolt védőgázok: 80...82 % Ar+ 20...18 % CO₂ (MSZ EN ISO 14175 szerint M21); 95...97 % Ar% + 5...3 % O₂% (M22); CO₂ (C1).

A hozaganyag alapanyaghoz viszonyított relatív szilárdsága: matching

A találó magyar megfelelővel (ma még) nem rendelkező *matching* szó a hozaganyagválasztás egyik fő törvénye: a hozaganyagnak az alapanyaghoz viszonyított megfelelést (azonosságát vagy közel azonos voltát) jelenti. A megfelelés több anyagtulajdonságra (szilárdság, alakváltozó-képesség, szívósság; korrozíó-, hő- és kúszásállás, stb.) terjedhet ki, amelyek közül a folyáshatárok megfelelése a leggyakoribb. Ha a (valamilyen előre definiált mértékű) *matching* nem teljesül, *undermatching*ről (a hozaganyag az

adott tulajdonság terén rosszabb, mint az alapanyag), illetve *overmatching*-ről (a hozaganyag az adott tulajdonság terén jobb, mint az alapanyag) beszélünk.

A *matching*-re vonatkozó amerikai előírásokat a Structural Welding Code-Steel (AWS D1.1/D1.1M:2006) tartalmazza [12].

A szilárdsági *matching*-nek csak teljes keresztmetszetű tompavarratos és az ún. merőleges tompavarratos kötések-nél van értelme: a kötések teherbírását ugyanis a sarokvarratok és a nem teljes keresztmetszetű tompavarratok esetében a hegesztőanyag szilárdsága mellett a varrat jellemző vastagsági mérete is befolyásolja.

Overmatching

A hegesztett acélszerkezetek többségét $R_e \leq 360$ MPa szilárdságkategóriába tartozó acélból (CR ISO 15608 szerinti 1. főcsoport) gyártják. Ezekhez az alapanyagokhoz még a hegesztés kezdeti időszakából származó hibakompenzációs stratégiából 100...200 MPa-lal nagyobb szilárdságú hozaganyagot alkalmaztak (*overmatching*). A szilárdságtöbblet biztosította, hogy az illesztési eltérésekkel és megengedhető mértékű varrathibákkal (diszkontinuitásokkal) terhelt kötések az előzetes vizsgálatok során és az üzemi körülmények között soha ne szakadjanak a varratban.

Matching

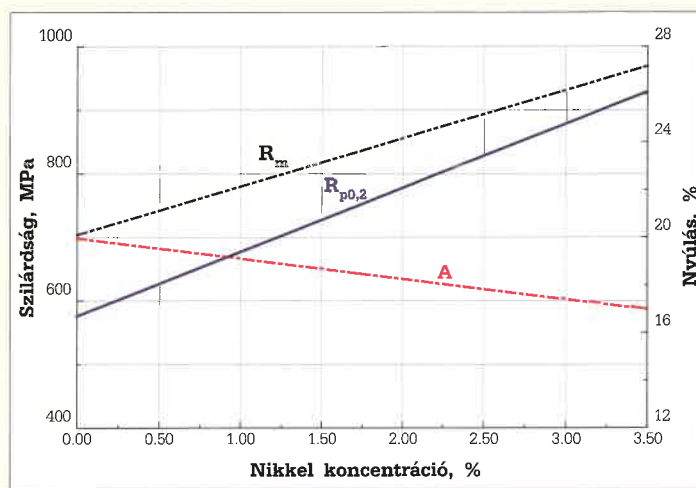
A $360 < R_e \leq 600$ MPa acélok esetében a *matching* a szokásos 1 és 2% közötti Mn tartalommal és a „hegesztésbarátnak” tekinthető Ni, Mo ötvözőkkel könnyen tartható volt, így ebben a kategóriában a hegesztéshez rendszerint az alapanyaggal azonos szilárdságú hozaganyagot választottak. A Ni és Mo kedvező ötvözesi tulajdonsága azt jelenti, hogy a szilárdságnövelés mellett a repedésmegelőzés és a biztonságos üzemi viselkedés szempontjából elsőrendűen fontos nyúlást, szívósságot és átmeneti hőmérsékletet csak elfogadható mértékben rontják. A 3. ábra (amely a kereskedelmi forgalomban jelenleg kapható nagyszilárdságú hozaganyagok [bevonatos elektroda, védőgáz és fedettívű tömör huzal] adataiból megszerkesztett regressziós függvényeket tartalmazza) a Ni tartalom mértékében változó szilárdsági és alakváltozási jellemzők bemutatásával illusztrálja az előző állításunkat.

A teljes hozaganyag-azonosság ebben a kategóriában sem érhető el, mivel a gyártási szilárdságnövelés egyes, a korábbiakban említett válfajai (termomechanikus szilárdítás, hidegalakítás) a hozaganyagoknál nem alkalmazhatók, így az összetételi különbség egyes (pl. korróziós) vonatkozásokban inhomogenitást okoz(hat).

Undermatching

A 600 MPa folyáshatár feletti szerkezeti acélok között (3 mm feletti lemezvastagságoknál) néhány kivétellel csak nemesítéssel gyártott acélokat találunk.

Az edzéssel és nagyhőmérsékletű megeresztéssel gyártott, Q kiegészítő jelű nagyszilárdságú acélok esetében az alapanyaggal azonos hozaganyag-összetétel kizárt. Ezért a relatív olcsó alapanyaghoz erősebben ötvözött, drágább hozaganyagokat fejlesztettek és forgalmaznak. A kiegészítő szilárdságnövelő ötvözők (Cr, V) nem tekinthetők hegesztésbarátnak, mivel erős karbidképzők és a folyamatos hűtésre érvényes átalakulási diagramokat (az ún. CCT görbéket) erősen jobbra tolva a keményedési hajlamot növelik. A felkeményedés és a vele járó hidegrepedési hajlam csökkentése érdekében a karbontartalom csökkentésére van szükség, ami a kívánatos nagymértékű szilárdságnövelést erősen korlátozza, vagy kizárja.



3. ábra: A Ni ötvözés hatása a nagyszilárdságú hozaganyagok mechanikai jellemzőire

Az ilyen acélok hegesztésekor fő célnak továbbra is a repedéssel szembeni ellenállóképesség megőrzését tekintik és kompromisszumként mintegy 100...200 MPa nagyságú undermatchinget elfogadhatónak tartanak [15].

Szerzők álláspontja szerint az abszolút mértékű undermatching helyett helyesebb a relatív (vagyis az alapanyag garantált folyáshatárának százalékában kifejezett) undermatching használata. A relatív undermatching nagyságának jellemzésére vezessük be az r_{um} tényezőt:

$$r_{um} = \frac{R_{p0,2h}}{R_{p0,2a}} \cdot 100\% \quad (5)$$

ahol: r_{um} %: relatív undermatching,
 $R_{p0,2h}$ MPa: a hozaganyag garantált folyáshatára,
 $R_{p0,2a}$ MPa: az alapanyag garantált folyáshatára.

Példaként: a 690-es acélokhoz a 20%-os undermatching 138 MPa-lal, ugyanez a 960-as acélokhoz 192 MPa-lal alacsonyabb hozaganyag folyáshatárt jelent.

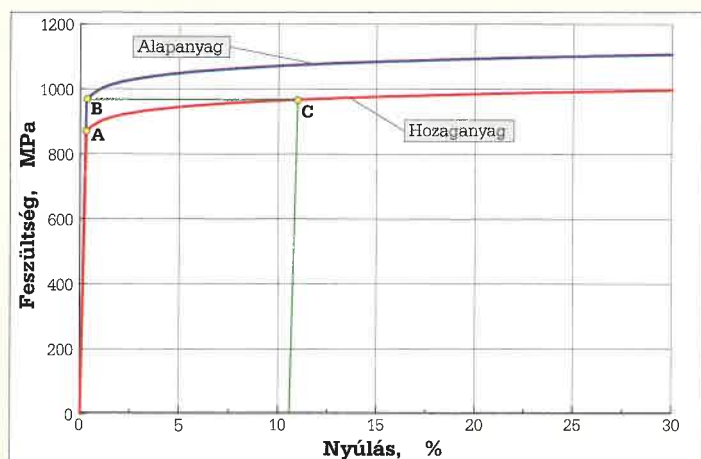
A biztonság érdekében a hegesztőanyagnak és a hegesztéstechnológiának az alacsony diffúzióképes hidrogéntartalmat is biztosítani kell.

Az undermatching hegesztőanyagok viselkedése külső terheléskor

Vizsgáljuk meg, hogy húzóterhelés hatására hogyan viselkedik egy olyan kötés, amely hozzávetőlegesen 10%-os relatív undermatchinggel készült.

Az undermatching hozaganyaggal készült kötés üzemi viselkedése a 4. ábra alapján követhető. A kötés mechanikai viselkedése az ún. lágy réteg problémára vezethető vissza.

Húzóterhelés hatására a hegesztett kötés két fő alkotója, a varrat és az alapanyag mindaddig rugalmasan alakváltozik, amíg az undermatching elv szerint alacsonyabb folyáshatárú varrat eléri a folyáshatárát (A pont). Ezt követően a BC feszültségszintig a varrat képlékenyen, az alapanyag rugalmasan alakváltozik. Ez a szakasz a kötés viselkedésében kritikusnak tekinthető, mivel ekkor az AC görbének megfelelően lényegileg az összes nyúlás (az ábra szerint kb. 11%) a varratra jut, amelynek így a képlékeny tartálékai csökkennek és a felkeményedés hatására még



4. ábra Az alapanyag és a hozaganyag feszültség-nyúlás diagramja undermatching hozaganyag esetén

némileg ridegebbé is válik. A terhelés további növekedésekor a varrat és az alapanyag egyaránt képlékenyen nyúlik, csak amíg az alapanyag közel a B pontból (a proporcionális folyáshatár definíciója szerint 0,2 %-ról), addig az alapanyagé a szakadási nyúlásának harmadáról-feléről (C pont).

A kritikusnak tekintett állapot a hegesztett szerkezetekben is könnyen létrejöhethet, ha az Eurocode 3 szerinti méretezést a javasolt tönkremeneteli határállapotra (pl. szakítószilárdságra) végzik és a szakítószilárdság (f_u) osztott biztonsági tényezőt (γ_m , γ_M) alacsonyra választják. Ebben az esetben a varrat megfolyik és kedvezőtlen esetben elszakadhat.

A bemutatott szakítóvizsgálati modellből arra következtethetünk, hogy az r_{um} folyáshatár hányados mellett nagy szerepet kell tulajdonítanunk a hozaganyag szakadási nyúlásának, amelynek nagysága az alapanyagét jelentősen (pl. legalább 10 %-kal) meg kell, hogy haladja. Erre a körülményre a hozaganyaggyártóknak kiemelt figyelmet kell fordítaniuk.

A nagyszilárdságú acélok hegesztésének technikai sajátosságai

A nagyszilárdságú acélok közismerten erőteljesen hőhatás-érzékenyek, ezért a hegesztéshez alacsony vonalenergiát és korlátozott rétegek közti hőmérsékletet igényelnek. A normál szilárdságú acélokhoz hasonlóan a hegesztési paraméterek a lemezvastagságon túlmenően a kötéstípustól és a varrat fajtájától (keresztmetszeti alakjától) is függenek.

Mivel a nagyszilárdságú acélok hegeszthetőségi munkatartomány (weldability lobe, weldability window) a hagyományos acélokhoz mérten szokatlanul keskeny [16], előfordulhat, hogy az optimális $t_{8,5/5}$ hűlésidő definiálta munkarendtől egyes esetekben (pl. gyökhegesztéskor, térbeni helyzetekben) el kell térni.

A normál acéloknál megszokott hegesztésekhez viszonyítva a nagyszilárdságú acélok több, kisebb keresztmetszetű sorból álló varratfelépítést és szigorúan ívelésmentes (húzott) varratképzést igényelnek [17]. Ezt az ökölszabályt a fejeletti (PF) és függőlegesen felfelé (PF) helyzetekben nem lehet alkalmazni, mivel ezek a pozíciók a megszokott módon hegesztve lengetést igényelnek. A lengetés kisebb hegesztési sebességgel jár és ezért nagyobb vonalenergiát eredményez, ami a kötés várható mechanikai tulajdonságaira (elsősorban a szívósságra) nézve előnytelen. A hegesz-

tési dilemma alacsony áramerősséggel, a hegesztési sebességnek a varratképzéshez elengedhetetlenül szükséges mértékű csökkentésével (együttesen az elérhető legalacsonyabb vonalenergiával) és korlátozott szélességű ívelés megengedésével oldható fel.

Következtetések

A jelenleg ismert és a jövőre nézve perspektivikus nagyszilárdságú acélok (HSLA, AHSS, EHSS, UHSS) hegesztési tulajdonságairól a következő általános érvényű megállapítások tehetők.

1. A korszerű nagyszilárdságú acélok hegesztés szempontjából kedvezőtlen gyártóeljárásokkal készülnek. Az acélok a hegesztési hőciklusban elveszítik szerkezeti stabilitásukat, és ez a helyileg módosult állapot a hegesztés után semmilyen ipari körülmények között végrehajtható kezeléssel nem állítható vissza.
2. A hegesztés szempontjából hátrányos, hogy a nagyszilárdságú acélok folyáshatára közel van a szakítószilárdsághoz. Az egyhez közeli $R_{p0,2}/R_m$ hányados rideg állapotra utal, amiből a hegesztés során fokozott repedésveszély következik. A repedésveszély elhárítása érdekében a nagyszilárdságú acélszerkezeteket vékony szelvényekből célszerű tervezni és a varratokat a szerkezeten belül úgy kell elhelyezni, hogy terheléskor a többszörös húzófeszültség-állapot elkerülhető legyen.
3. A nagyszilárdságú acélok alacsonyabb szakadási nyúlása miatt a hegesztőanyagokat az alapanyagokét jelentősen (legalább tíz százalékkal meghaladó) nyúlással kell gyártani. A nagyobb nyúláshoz törvényszerűen kisebb szilárdság tartozik, amiből következően a hozaganyag szilárdsága az alapanyagénál kisebb lesz (undermatching). A relatív undermatching értéke optimálisan 80–90% közöttire tehető. Alacsony diffúzióképes hidrogén-tartalmú, bázikus salakkal vagy magas nemesgáz-tartalmú védőgázzal védett hozaganyag alkalmazása elengedhetetlen követelmény.
4. A hegesztés technológiáját relatíve alacsony, de alulról és felülről is korlátozott vonalenergiával kell tervezni. Az előmelegítési és rétegek közti hőmérsékletek helyes előírása és betartása fokozottan fontos. A hegesztést húzott varratokkal kell végrehajtani, hogy az alulról és felülről korlátozott hűlésidő ($t_{8,5/5}=6...12$ s) tartható legyen.

Irodalomjegyzék

- [1]: Wordsteel Association: Crude Steel Production – 2011, www.wordsteel.org
- [2]: Chung, J.; Kwon, O.: Development of high performance auto steels at Posco steels Proc. of the 9th ICTP Conference, Gyeongju-Korea, 7-11. September 2008. p.: 3-8.
- [3]: Gáspár M.: Nagyszilárdságú, nemesített állapotú szerkezeti acélok hegesztése MSc diplomatervezés (tervezésvezető: Balogh A.) Miskolci Egyetem, 2011
- [4]: Johansson, B.; Collin, P.: Eurocode for high strength steel and applications in construction Lulea University of Technology, Sweden, 2008.
- [5]: Bursi, O. S.; Kumar, A. et al.: Design and integrity assessment of high strength tubular structures for extreme loading conditions Research programme of the research fund for coal and steel, 2009.
- [6]: Pijpers, R. M.; Kolstein, M. H.; Romeijn, A.; Bijlaard, F. S. K.

FEJLESZTÉS

- Fatigue experiments on very high strength steel base material and transverse butt welds Advanced Steel Construction, Vol. 5, 2007.
- [7]: Hobbacher, A.: The new IIW recommendations for fatigue assessment of welded joints and components. A comprehensive code recently updated, 2007.
- [8]: Hobbacher, A.; Gerster, P.: MAG-Schweissen hochfester Feinkornstähle im Fahrzeugkranbau. Vortrag-Grossen Schweisstechnischen Tagung 2000, Nürnberg.
- [9]: Szunyogh L. (szerk): Hegesztés és rokon technológiák. Kézikönyv. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, p.: 646
- [10]: Domanovszky S.: Korszakováltást hoztak az acélszerkezet építésben a termomechanikusan hengerelt S460M/ML acélok. Hegesztéstechnika. XVI. (2005). 4. p.: 13-21
- [11]: American Welding Society Welding Handbook. 9th Edition, Volume 2: Welding processes. Part 1. Miami, FL: AWS, 2004.
- [12]: AWS D1.1/D1.1M:2006. An American National Standard; Structural Welding Code — Steel
- [13]: Balogh A.; Kirk, C. S.; Görbe Z. Role of cooling time when steels to be welded require controlled heat input. GÉP, Vol L (1999), No. 5. p.: 44-50
- [14]: Hrivnák, I.: Napjaink nagyszilárdságú acéljainak hegeszthetősége. Hegesztéstechnika. IX. (1998). 2. p.: 13-17
- [15]: Miller, Duane K.: Use undermatching weld metal where advantageous. The James F. Lincoln Arc Welding Foundation; Welding Innovation, Vol. XIV (1997), No. 1
- [16]: Gáspár M.; Balogh A.: Experimental Investigation on the Effect of Controlled Linear Energy Applied to the Welding of High Strength Steels. XXVI. microCAD International Scientific Conference 29-30 March, 2012
- [17]: Komócsin, M.: Nagyszilárdságú acélok és hegeszthetőségük. Hegesztéstechnika, 2002/1, pp. 5–9

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország fejlesztési terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Szerzők köszönetet mondanak a kutatómunkát segítő nagyvonalú finanszírozásáért.

*Dr. Balogh András, egyetemi docens

**Gáspár Marcell doktorandusz

Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék



Nemzetközi Hegesztő Szakmérnök szakképzettséget adó képzés indul a MISKOLCI EGYETEMEN NEMZETKÖZI HEGESZTŐ SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK keretében



A Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kara a 2012/2013-es tanév II. félévében indítani szeretné a Nemzetközi Hegesztő Szakirányú Továbbképzési Szakát. A képzés 3 féléves, diplomatervezéssel és záróvizsgálattal végződik, amelyen a jelöltek – sikeres vizsga esetén – nemzetközi hegesztő szakmérnök oklevelet szerezhetnek.

A hegesztő szakmérnöki képzés tanterve és tananyaga az EWF (Európai Hegesztési Szövetség) által előírt követelményeket maradéktalanul kielégíti, ezért a résztvevők a

Nemzetközi Hegesztőmérnöki Diplomát (EWE/IWE) is megszerezhetik.

A képzés önköltséges, a tandíj félévente 400 e Ft/fő (létszámfüggő), ami magába foglalja a képzési, a gyakorlati munka, a diplomatervezés konzultálási és tananyag átadás díját. A záróvizsga és nemzetközi hegesztőmérnöki együttes vizsga díja 200 000 Ft/fő. A képzésben résztvevők félévenként négy alkalommal 5-5 napot töltenek az egyetemen, az első időszak 2013. február második fele.

A képzésre fogadunk résztvevőket, a jelentkezési határidő: 2012. december 15. A képzésre a bemeneti feltétel: gépészmérnöki (főiskolai, BSc, MSc szintű) diploma és két éves gyakorlat. További információkkal a tanszék készséggel áll rendelkezésre.

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék

3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel.: (46) 565-164. Fax: (46) 561-504
e-mail: metsztne@uni-miskolc.hu

A képzésre jelentkezni lehet:
Miskolci Egyetem, Felnőttképzési Regionális Központ, 3515 Miskolc-Egyetemváros
<http://www.felnottkepzes.uni-miskolc.hu>

Dr. Mohácsi Gábor*

AVI alumínium hegesztőpálca anyaghibája és annak varrat minőségre gyakorolt hatása

A vékonyfalú alumínium szerkezet gyártásánál a legelterjedtebben használt ívhegesztési eljárás az MSZ EN ISO 4063:2011 szabvány jelölés szerint az: ISO 4063-141 számjelzésű, volfrám elektródás, semleges védőgázos, tömör huzalos hegesztési eljárás, (magyar mozaikszava: AVI, angol mozaikszava: TIG, német mozaikszava: WIG, amerikai mozaikszava: GTAW), melyet általában váltóáramú üzemmódban használunk. Néhány terméknél, mint például élelmiszer- járműipari termékek, vagy az állvány, létra gyártás területén az ezzel a technológiával együtt járó olyan tulajdonság, mint pl.: esztétikus varrat külső, tisztítást nem igénylő fröcskölés- és korommentes varrat környezet különösen fontos szerepet kap. A varrat külalakkal szembeni ilyen fokozott elvárás esetén a jelen cikk által bemutatott anyaghibás pálca használata azonban alapos – a termék átadásakor jelentkező – kifogáshoz vezethet, melynek elkerüléséhez kíván ez a cikk – a jó gyakorlat bemutatásával – segítséget nyújtani.

Vizuálisan észlelhető hiba jelenségek

Ismert, hogy az alumíniumhegesztés fokozott tisztaságot és körültekintést követel meg mind az alapanyag, mind a hegesztőanyagok tárolása, felhasználása, de akár azok minősége tekintetében is. A gondos és bevált gyakorlat szerinti gyártás esetén is találkozhatunk az 1. és 2. ábrán látható varrattal, mely a bevezetőben említett elvárások esetén már nem engedhető meg.

A szakma idevonatkozó szabályainak betartása mellett hamar összefüggést lehet találni a hibajelenség és annak okai között. Megelőző intézkedések hiányában leghamarabb a figyelmes hegesztő észleli a pálca belső részéből előbukkanó, majd a folyékony varratfém, a hegfürdő, az ömledék tetőjére felúszó kisebb, nagyobb sötét szennyeződést.

A 3. ábrán egy olyan alumínium pálcavég látható, melynek a leolvasztása során a hegesztő észrevette, hogy szennyeződések válnak ki belőle. Megszakítva a hegesztési folyamatot a jelen esetben a pálcavégén lévő csepp épp úgy dermedt meg, hogy felszínén a fémes hegesztőanyag belső részéből származó, és vélhetően nem fémes szennyeződés is megtapadt, és így most jól szemügyre vehető. Az ábra léptéke szerint ez a zárvány kb. 2 mm hosszú, kb. 0,5 mm széles téglalap alakú és repedezett. Az olvadt pálcavégén további apró, elszórt elhelyezkedésű, hasonló idegen anyagot is találunk.

szóródottabb megjelenésű és már jóval kisebb a jellemző mérete.

A fentiekben bemutatott pálcák külsején (4. ábra), sok esetben szemmel alig felfedezhető, 1–2 méter menet-emelkedésű vonal mentén elhelyezkedő anyaghibát lehet találni, mely a ma már elterjedten használt automata fejpajzsok idejében a pálca kézbevételekor alig, vagy inkább nem is vehető észre. Ráadásul a pálcát körbe is kellene forgatni a teljes palástfelület ellenőrzése céljából. Így a hibás pálca könnyen használatba kerülhet. Tapasztalat szerint, ha egy ilyen – hibás felületű – pálca előbukkan, akkor a 10 kg-os kiszerelés esetén még további 2–5 szála lehet számítani. Ilyen esetben célszerű a to-

Összevetve az 1. 2. és 7. ábrákat a 3. ábrával megfigyelhető, hogy a varrat felszíni szennyeződés már jóval szét-



1. ábra Varrat felszíni szennyeződés I.



2. ábra Varrat felszíni szennyeződés II.

vábbi hibás pálcák kiválogatása céljából a tárolóban levő maradékot egyenként átvizsgálni.

Anyagvizsgálatok

A fentiekben leírt vizuálisan megfigyelt hibajelenség sok kérdést vet fel, többek között:

- A pálca felszínén alig észrevehető anyagfolytonossági hiba milyen kapcsolatban van a leolvasztása során felbukkanó, méretéhez képest jóval nagyobb nem fémes zárványokkal?
- A hegfürdő felszínére felúszó, majd a varrat felszínén megjelenő zárványok jelentenek-e varratkeresztmetszet csökkenést?
- A hegesztett kötés mechanikai tulajdonságaira milyen hatással van a bemutatott varrathiba?

– Mi lehet a (salak, fém) zárványra jellemző vegyi összetétel, keletkezési folyamat, mechanizmus, stb.?

A legfontosabb kérdésekre a szennyezett huzal makró- és mikroszkópi, valamint szennyezett huzallal hegesztett tompavarrat digitális radiográfiai, és szennyezett huzallal hegesztett kötések szakítóvizsgálata útján kerestük a válaszokat.

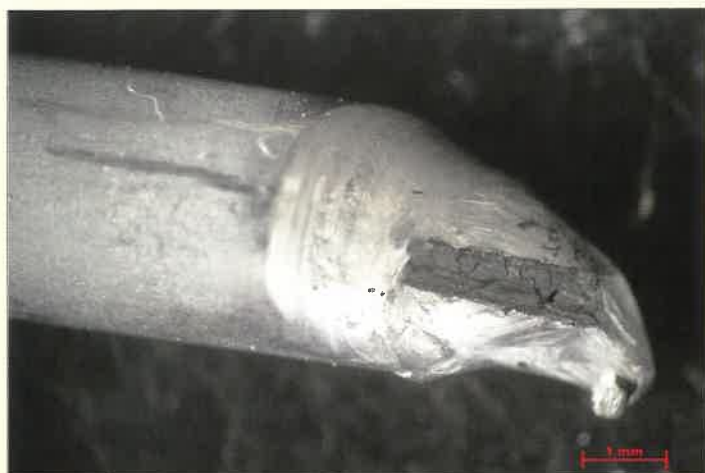
Makroszkópi és mikroszkópi vizsgálatok

Az 5. ábrán egy befogó szerkezetben lévő, anyaghibás Ø 3,2 mm alumínium pálca keresztmetszetének makroszkópi képe látható. A felvétel bal oldalán helyezkedik el az ellipszis alakú szennyeződés (az ábrában piros ellipszissel kijelölve), melynek nagytengelye ~ 0,6 mm,

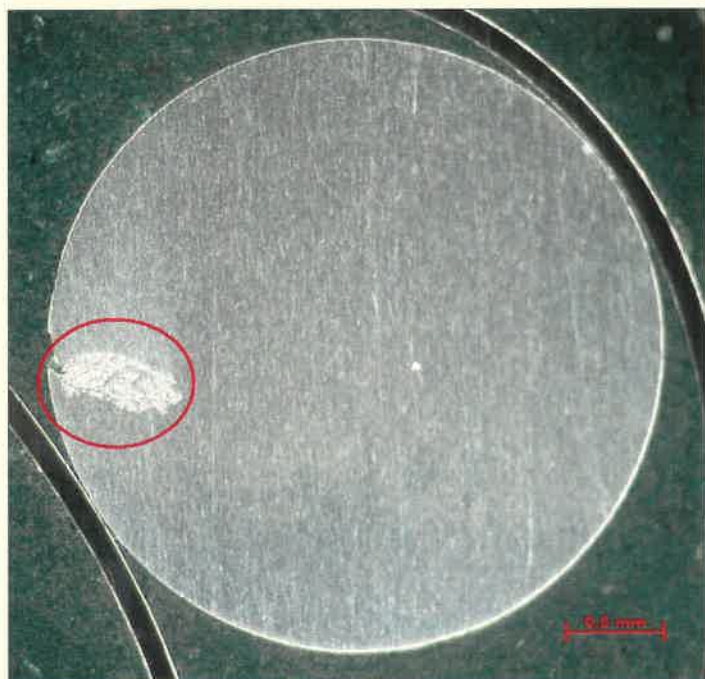
és kis tengelye ~ 0,25 mm, és a pálca felszínét ~ 0,1 mm-re közelíti meg.

A 6. ábra mikroszkópi képe révén további információhoz jutunk a zárvány szerkezetéről és a pálca felszínével való kapcsolatáról. Az ellipszis alakú (az ábrában kék színnel kijelölve) szennyeződött rész egy vélhetően nem fémes szennyeződés és alumínium ötvözet alkotta szövet, amely egy vékony sáv (az ábrában sárga színnel kijelölve) révén kapcsolatban áll a felszínnel. A pálca körkeresztmetszet a felszínre kijutásnál csorbult, vélhetően onnan kipergett a szennyeződött rész.

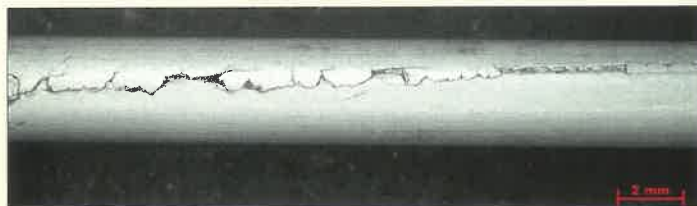
Több hasonló metszetet is ilyen nagyításban vizsgálva jellemzőnek nevezhető, hogy a folyamatos felszíni hiba a tőle nem messze lévő pálca belsőjében elhelyezkedő nagy térfogatú zárvány jelenlétére utal.



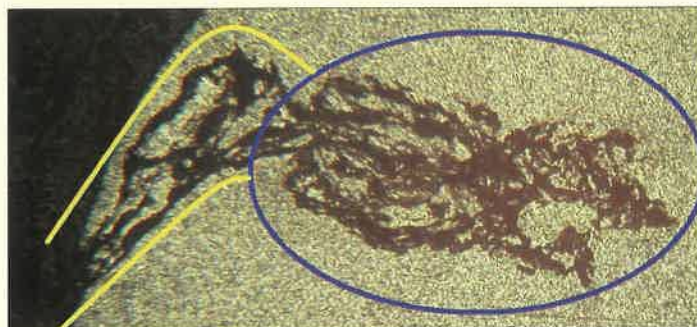
3. ábra Megolvasztott anyaghibás AVI alumínium pálcavég



5. ábra Ø 3,2 mm alumínium pálca makroszkópi képe



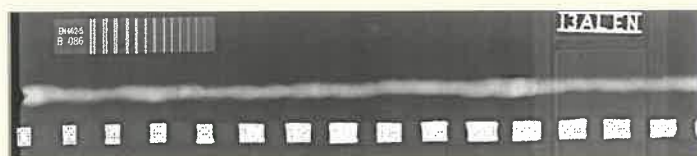
4. ábra AVI pálca palástján megjelenő anyaghiba



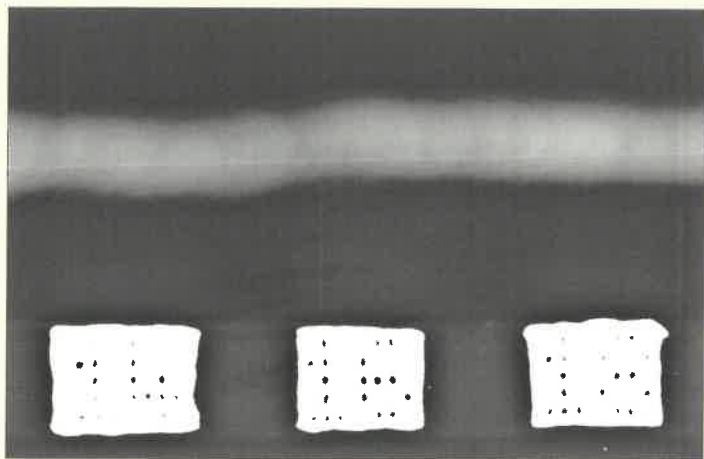
6. ábra Alumínium pálca zárványának mikroszkópi képe



7. ábra Tompa varrat szennyezett pálcával hegesztve (14–17,5 cm)



8. ábra Digitális radiográfiai varratvizsgálati kép (1–30 cm)



9. ábra A digitális radiográfiai felvétel kinagyított részlete (14–18 cm)



10. ábra Kötésszakítás utáni fél próbadarab

A makroszkópi és mikroszkópi vizsgálatok képei már magyarázatul szolgálhatnak a 3. pont fejezet 1. kérdésére, mely szerint a pálcák külső felületén látható kis menetemelkedésű felszíni hibának tűnő jelensége szoros kapcsolatban áll a tőle kis távolságban lévő zárvánnyal, és arra utaló jelként is kezelhető. Így külső vizuális vizsgálattal ilyen típusú hibával rendelkező pálcák előzetes válogatással a csomagból kiemelhetők.

Digitális radiográfiai vizsgálat

A fenti hibával rendelkező pálcák leolvastása során, a szennyeződés jellemzően a varratfelszínre úszik fel, úgy hogy a hegfürdő nagyobb felületén terül el, de azért – továbbra is – kérdéses, hogy a varratkeresztmetszet milyen mértékben csökken.

Ennek a kérdésnek a megválaszolása érdekében 3 mm vastag, 300 mm hosszú alumínium lemezből (EN AW 6082) szennyezett pálcával teljes keresztmetszetű tompavarratot hegesztettünk. Az így készült varrat korona oldal felőli részlete látható a 7. ábrán. A kötést teljes hosszában radiográfiai vizsgálattal ellenőriztük, melynek digitális felvételét mutatja a 8. ábra.

A varrat felületén látható sötét, nem fémes pontok a felvételen nem érzékelhetők. A 7. ábrán látható varratszakaszt a 8. ábra felvételéből kinagyítva a 9. ábrán bemutatott képhez jutunk. Ezen a kinagyított felvételrészleten sem fedezhető fel a varratfelszíni szennyeződésre utaló jel.

Kötésszakító vizsgálatok

A varrat felszíni szennyeződés hegesztett kötés mechanikai tulajdonságára gyakorolt hatásának vizsgálatára a termékre jellemző sarokvarratos T kötésből a szennyezett pálcával nagyszámú

próbadarabot hegesztettünk és azokat elszakítva a 10. ábrán látható jellegzetes fél próbadarabhoz jutottunk. Megfigyelhető, hogy a függőleges tengelyű, bordás cső a varrat hőhatás övezetében szakadt, ahogy az általában történni is szokott ennél a kötés típusnál alkalmazott anyagpár esetében. A nagy számban elvégzett kötésszakító vizsgálati eredmények ismeretében kimondható, hogy a szennyeződés vagy nincs hatással a varrat szakító szilárdságára, vagy nem csökkentette le annyira, hogy a szakadás helye a varratba helyeződjön át. Ide kívánczik az a megjegyezés, hogyha a vízszintes tengelyű cső szakító szilárdsági értékei a még megengedhető alsó szinten vannak, akkor a szakadás általában az alsó csőben történik, tehát a szennyeződés okozta esetleges varratszilárdság csökkenés biztosan kisebb, mint a vízszintes tengelyű cső inhomogenitásából adódó, megengedhető szakítószilárdsági vizsgálati értékeinek szórása.

Összefoglalás

Az előzőekben bemutatott alumínium pálcák hibatípus természete és az eddig hozzá kapcsolódóan elvégzett vizsgálatok az alábbiak szerint összegezhetők:

1. Élelmiszer- járműipar és állvány, létra készítés esetén az alumínium termékek hegesztési varrataink külső megjelenése különös fontosságú.
2. Az alumínium pálcák nemfémes, vélhetően salak szennyeződése leolvastáskor már a pálcák végén is, de a hegfürdő felületén is észlelhető.
3. A vizsgált hibatípusú alumínium pálcák szennyeződésének nagy része a pálcák felületén alatti található és összeköttetésben van a felszínen is észlelhető, enyhén csavart vonal formájú vonalszerű, felületi

foltyonossági hibával, mely segítség lehet a vizuális megfigyelésen alapuló válogatásban.

4. A vizsgált hibatípusú alumínium pálcával készített varrat felületén látható szennyeződések szabványos radiográfiai vizsgálattal nem mutathatók ki.
5. A vizsgált hibatípusú alumínium pálcával készített varrat kötésszakító vizsgálati eredményét a varratfelszíni szennyeződés nem befolyásolja.
6. A felhasználónál is megjelenő hiba vélhetően a hegesztőanyag gyártásakor időnként előforduló, szennyező források nem megfelelő kezelése révén keletkezhet úgy, hogy a húzás (pl. átmérő redukció, hántolás, stb.) során az ép alapanyagba sajtolódik és a nem kellő szigorúságú ellenőrzésen is átjut. Ilyen forrás lehet pl. huzal alapanyag végtelenítő hegesztésekor keletkező oxidok, vagy túl sok kenőanyag, korrodált, revés felület, húzáskor keletkező sorja begyűrődése, stb.),
7. A gyártási hibát célszerű a gyártónak tudomására hozni és a bejövő anyag átvételét az adott beszállító cég esetében megszigorítani, akár második feles gyártóművi ellenőrzést is végezni.

Irodalomjegyzék

- [1.] Szunyogh László: Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv, Gépipari Tudományos Egyesület, 2007.
- [2.] MSZ EN ISO 4063:2011
- [3.] Minell Kft.: Digitális radiográfiai jegyzőkönyv, CR0001
- [4.] OÁEF Kft.: Vizsgálati jegyzőkönyv L-050/2012

*Dr. Mohácsi Gábor, Krause Kft.



WELDOTHERM®

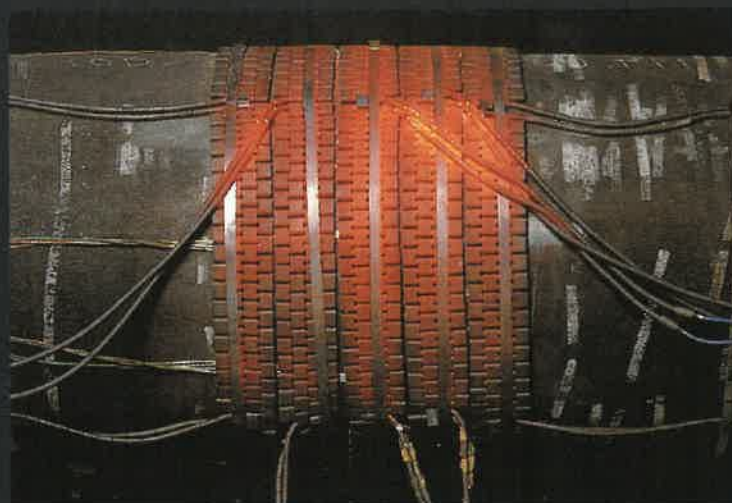
G.M.B.H. ESSEN

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 MŰLTTEL 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

Dr. Mohácsi Gábor*

Első tapasztalatok üvegből készült AVI gázterelővel

Az AVI hegesztésnél jelenleg a kerámia gázterelőt használják elterjedten, amely jelentős teret takarhat ki a hegesztő látóteréből. Ezen a nehézségen igyekszik könnyíteni az átlátszó gázterelő, mely megjelenésével tovább bővíti a választékot. Jelen cikk a Pyrex üvegből készített gázterelővel szerzett első tapasztalatokat osztja meg az olvasóval.

AVI gázterelők fajtái

Jelen idő szerint az [1.] irodalom alapján az üzemi gyakorlatban az alábbi gázterelő anyagféleségekkel találkozhatunk:

1. A legelterjedtebb az alumínium oxidból, fröccsöntéssel készült rózsaszínű gázterelő. A tömeggyártásból adódóan alacsony ára van. Kis és nagy áramokhoz egyaránt használható, viszonylag jól tűri a nagy hőmérséklet különbséget hossz tengely irányban, mely extrém esetben a kiömlő nyílás felőli végen gyűrű alakú leválást is okozhat.
2. A lávából készült gázterelő szürke színű és esztergálással alakítják ki. Az előző anyaghoz képest magas hőmérsékleten is alkalmazható, de erős visszavert hőszugárzású zárt térben nem célszerű használni.
3. Két fajta üvegből is készítenek gázterelőt. Az alacsonyabb hőmérséklet tartományban a Pyrex, (Boroszilikát 500 °C) magasabb hőmérséklet tartományban pedig a kvarcüveg (alumíniumszilikát 700 °C) javasolt. Felhasználásuk igen széles skálájú a mikro hegesztéstől a nagy átmérőjű öblítő fúvókáig. Kézi megmunkálás

kategóriába tartozó üvegfúvással adják meg a viszonylag egyszerű alakot, ami jelen állapot szerint egy henger.

Pyrex gázterelő kiválasztása

Ez év március és április hónapjaiban történt internetes keresés alapján a Pyrex gázterelő jobbára az amerikai hegesztőgép gyártók és web áruházak oldalán volt megtalálható, de június hónapban már jó néhány európai hegesztőgép gyártó és kereskedő cég honlapján is feltűnt. A kora tavaszi hónapokban történt keresés során a magyar hegesztőgép alkatrész piacon, még nem igen volt ismert, pontosabban néhányan ugyan tudtak róla, beszerezni azonban csak külföldről sikerült.

Az üvegből készült gázterelő egységcsomagban és készletben is kapható. Csak egy darabot tartalmazó csomag ára jelenleg 10-30 EUR között változik. Ez az ár azonban nemcsak magát a Pyrex gázterelőt tartalmazza, hanem összesen öt darab alkatrészt. Az 1. ábrán két gázterelő látható, melyek közül a bal oldali a kisebb méretű, míg a jobb oldali a nagyobb méretű AVI pisztolyokhoz használható. A képeken megfigyelhető, hogy az üveg gázterelőn kívül további kiegészítő alkatrészek is vannak, melyek vélhetően azért szükségesek, mert jelenleg még nem megoldott a Pyrex gázterelő hegesztőpisztoly felőli végének menettel történő gyártása, így annak rögzítésére és központosítására pisztoly mérettől függő különböző konstrukciókat kellett kialakítani.

A 2. ábrán alkalmunk van a kisebb és a nagyobb méretű AVI pisztolyhoz tartozó elemek alaposabb összehasonlítására.

A pontosabb méretbeli összehasonlításhoz az 1. táblázat sorainak tanulmányozása révén van mód, melyben az eltérő méretek vastagon vannak szedve, és alkatrész azonosító sorszámai a 2. ábra azonosító sorszámaival egyeznek meg. A jellemző adatok alapján megállapítható, hogy a Pyrex cső csak hosszában tér el. A szűrő mindkét esetben ugyanolyan, az adapterek esetében pedig már szemmel is látható, hogy kialakításukban is lényegesen különböznek egymástól. A pisztolyhoz csatlakozó menet között átmérőben is mutatkozik eltérés. A patronok is különböznek, míg a gyűrűk két jellemző mérete azonos, azonban a belső váll kialakításban eltérés is található.

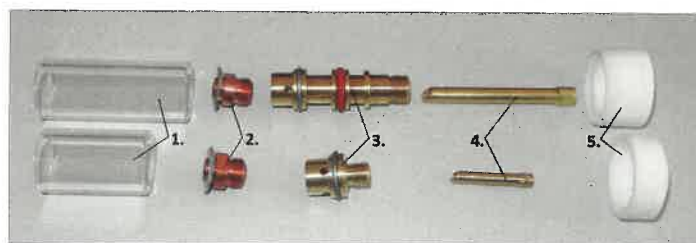
Hagyományos feladatokra a Pyrex gázterelő kiválasztásánál az első szempont az AVI pisztolyok gázterelő oldali menetének mérete, mert a kisebb és a nagyobb méretű pisztolyhoz is külön kapható gázterelő.

A következő fontos kérdés a volfrám elektróda átmérője, mert a csomag a volfrám elektróda átmérőhöz illeszkedő szűrőt is tartalmaz, ami központosító szerepet is betölt és amint az az 1. ábrán is látható, a gyári csomagoláson, mint fontos azonosító fel is lett tüntetve.

Amennyiben nem a széles körben alkalmazott alapanyagok gyakori anyagvastagságú hegesztési feladataihoz keresünk átlátszó gázterelőt, hanem reaktív anyagok mint pl.: titán, magnézium, nikkel- alumíniumbázisú ötvözetek, de akár nem reaktív anyag, mint a korrózióálló acél, akkor célszerű a nagy átmérőjű változatot használni. A nagy átmérő következtében a levegő hatásaitól védett olyan nagy térfogatú gázkamrát alkalmazunk, hogy pl. a titán esetében a vonszolt gázvédelem el is hagyható, és ezen túlme-



1. ábra. Pyrex gázterelő csomagok kis és nagyobb méretű AVI pisztolyokhoz



2. ábra. Kisebb és nagyobb AVI pisztolyhoz illeszkedő Pyrex gázterelő elemei



9. ábra. Pyrex gázterelő kilépő vége négy óra használat után



10. ábra. Mindkét végével használt Pyrex gázterelő



11. ábra. Pyrex gázterelő kilépő vége egy műszakos használat után és új állapotban

bevezetését még az alábbi okok gátolják:

- A jelenleg jól bevált mérethez, és leszűkítő fúvóka alakhoz viszonyított túl nagy átmérőjű kilépő vég.
- Jelenlegi magas beszerzési ár.
- Alumíniumnál fellépő gyors elszennyeződés miatti, a jelenleginél jóval rövidebb használhatósági idő.

Ugyanakkor, az egyedi termékek (pl. pódiumok) nehezen hozzáférhető, és vizuálisan nem, vagy csak nagyon nehezen kontrollálható kötéseinek hegesztésénél az első tapasztalatok alapján előnyösen használható.

Összefoglalás

1. Már kereskedelmi forgalomban is kapható az AVI pisztolyokhoz a Pyrex üvegből készült gázterelő.

2. A Pyrex gázterelő az általánosan használt AVI pisztoly kialakításához igazodva a kisebb és nagyobb méretű pisztolyokhoz is beszerezhető.
3. Speciális hegesztési igényekhez pl. kis méretben például mikro hegesztéshez, vagy nagy átmérőben reaktív anyagok hegesztéséhez is kapható.
4. A Pyrex gázterelő általában a felszereléséhez szükséges elemekkel együtt kapható.
5. A nagyobb méretű AVI pisztolyra való Pyrex gázterelő készlet szerelésénél az üvegcső közepén elhelyezkedő rugós gyűrű kilágyulatlanságában az üveg szélét csorbíthatja.
6. A Pyrex gázterelők gázlencse funkciót is ellátó szita réteggel is rendelkeznek, így általában hosszabb

elektroda kinyúlás alkalmazható, mely nagy átmérőjű gázterelő és kis áram esetében akár 50 mm is lehet.

7. Internetes felhasználói vélemények arra engednek következtetni, hogy a Pyrex gázterelő néhány speciális alkalmazás esetén vált be, de széles körű elterjedésére nem számíthatunk.
8. A Krause Kft. termékeire jellemző cső T kötések esetében a nagy átmérőjű hengeres kilépő fúvókavég, és ára miatt a nyilvánvaló előnyök ellenére sem várható a Pyrex gázfúvóka széleskörű alkalmazása, csak a nehezen hozzáférhető helyek kötéseinek hegesztésénél.

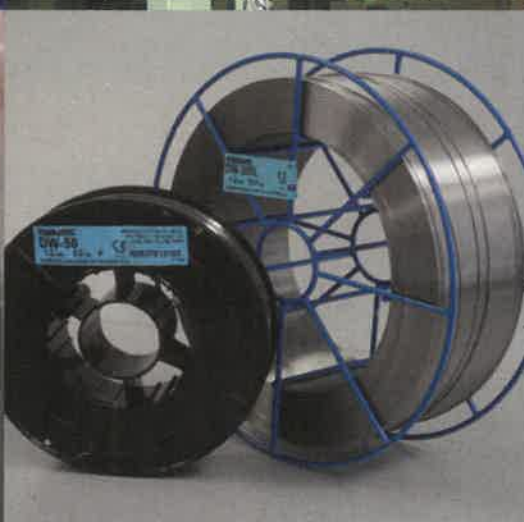
Irodalomjegyzék:

- [1.] http://www.arc-zone.com/index.php?main_page=page&id=57&chapter=0
- [2.] <http://www.weldingtool.eu/weldingtool-pyrex-gasduese-klar-fuer-clearartig-grosse-gaslinse-passend-fuer-920310a-1stueck-p-19985-2.html>
- [3.] <http://www.rehmshop.de/pyrex-gasduese-klar-fuer-clearartig-passend-fuer-920310a-1stueck-p-25466-2.html>
- [4.] http://orgchem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/inst_orgchem/Lehre/GPII/LS/2-Laborsicherheit_Skript_Teil2_13-32.pdf
- [5.] <http://www.arc-zone.com/blog/joewelder/category/product-spotlight/>
- [6.] Szunyogh László: Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv, Gépipari Tudományos Egyesület, 2007.

*Dr. Mohácsi Gábor: Krause Kft.

KOBELCO

THE WORLDWIDE MANUFACTURER



hivatalos magyarországi képviselő



szakértő
kereskedelem

Corweld Plus Kft.

1119 Budapest, Andor u. 60.

telefon +36 1 208 4641

fax +36 1 208 1858

e-mail office@corweld.hu

website www.corweld.hu



PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon
a hegesztési füstelszívásban**

www.plymovent.hu

AC PLYMOVENT Kft.

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

Meilinger Ákos*

A lineáris dörzshegesztés összehasonlítása AVI és AFI eljárásokkal alumínium hegesztésénél

A lineáris dörzshegesztés (Friction Stir Welding) az egyik legdinamikusabban fejlődő területe a hegesztés tudományának, így jogosan merül fel a kérdés, hogy miért? Miben más ez az eljárás az eddig megszokottaktól, milyen konkrét előnyökkel bír más eljárásokkal szemben, és ezekre hol van a bizonyíték? Úgy gondolom, hogy ezekre a kérdésekre a legjobb választ egy olyan cikk adhatja meg, amelyben ugyanazt a hegesztett kötést több eljárással hozzuk létre, és a vizsgálatok után vonjuk le a következtetéseket. Ebben a cikkben a lineáris dörzshegesztést hasonlítom össze a védőgázos fogyóelektródás ívhegesztéssel és a semleges védőgázos volfrámelektródos ívhegesztéssel egy alumínium próbadarab hegesztése során.

Az alumínium ötvözetek hegesztésének nehézségei

Az alumínium és ötvözeteinek hegesztése során számos olyan problémával találkozhatunk, amelyek más fémnél nem jelentkeznek. Ezek a problémák abból adódnak, hogy az alumínium fizikai, kémiai és mechanikai tulajdonságai jelentősen eltérnek más fémek tulajdonságaitól. Elemezve a sajátosságokat, illetve eltéréseket az alumínium és ötvözeteinek hegeszthetősége szempontjából ki kell emelni az alábbiakat:

- viszonylag alacsony olvadáspont (480–660 °C)
- olvadáskor nincs elszíneződés
- nagy az oxigén iránti affinitás
- a felületen összefüggő oxidhátrya található, olvadáspontja (2050 °C)
- nagy fahő
- nagy hővezetőképesség
- jó villamos-vezető képesség
- nagy hőtágulási együttható
- változó hidrogén-oldó képesség (folyékony-szilárd állapotban 20 az 1-hez)
- hőhatásövezet eltérő tulajdonságai, mechanikai tulajdonságok jelentős megváltozása [1].

Az eddig felsoroltak alapján az alumínium és ötvözeteinek hegeszthetőségének elemzésekor célszerű figyelni:

- a repedésérzékenységi hajlamra
- a porozitási hajlamra
- az oxidhátrya jelenlétére, és a
- hőhatásövezet sajátosságainak elemzésére [1].

Repedésérzékenységi hajlam

A varrat melegrepedési hajlamának alapvető oka az, hogy dermedéskor a likvidusz hőmérséklet alatt megjelenő kristálycsírák növekedése közben a szemcsék már összeérnek, közöttük azonban még folyadék van, és a dermedés további szakaszában ez a folyadék már utánpótlást nem kap. A dermedéskor egyre kisebb térfogatú folyadék a már szilárd szemcsék közül eltűnik, és folytonossági hiány keletkezik. A tapasztalat azt mutatja, hogy amennyiben a hegfürdőben legalább 15% eutektikum képződik, a melegrepedési érzékenység elhanyagolható mértékűre csökken.

A repedési veszélyt ki lehet küszöbölni a hegesztendő ötvözethez jól megválasztott hozaganyaggal (ötvözők, szemcsefinomító adalékok), hegesztési körülményekkel (kötés kialakítás, megfogás merevsége), és a hegesztéstechnológiával (hegesztési eljárás, bevitt hőmennyiség) [1]. A repedésérzékenységi hajlamra kiemelten figyelni kell az ömlesztő hegesztési eljárásoknál, de mivel a lineáris dörzshegesztés egy szilárd fázisú sajtoló hegesztési eljárás, ezért ebben az esetben nem áll fenn ez a probléma.

Porozitási hajlam

A fémek hegesztésénél gondot okozó gázok közül az alumínium és ötvözeteinél meghatározó a hidrogén. Az olvadt alumínium hidrogénoldóképessége a hőmérséklettől erőteljesen függ, míg szilárd állapotban ezen oldás jelentősen csökken. Ezen jelentős oldásbeli különbség következménye a hidrogén okozta gázzárványok megjelenésének. A gázzárványok helyi belső feszültségek növekedését, anyagfolytonossági hibákat okozva fokozzák a repedésérzékenységet, ridegedést, jelentősen csökkentik a hajlíthatóságot és a szilárdságot [1]. Ömlesztő hegesztési eljárásoknál a varrat gáztartalmát tisztítással (alapanyag, hozaganyag) és gondos hegesztéstechnológiával lehet csökkenteni. Mivel a lineáris dörzshegesztés egy szilárd fázisú sajtolóhegesztési eljárás, ezért itt a hidrogénoldó képesség csekély, ezért gázzárványoktól nem kell tartani.

Felületi oxidhátrya jelenléte

Az alumínium és ötvözetek hegesztését befolyásoló egyik tényező a nagy oxigén iránti affinitást, ami a felületen kialakuló, összefüggő Al_2O_3 oxidréteg keletkezését okozza. Ez az oxidréteg természetes körülmények között alakul ki, és eltávolítását követően néhány óra alatt újraképződik, így akadályozva a hegesztést. Az oxidréteg vastagságának növekedési sebessége a hőmérséklet emelkedésével felgyorsul, így a hegesztett kötések hibamentes kialakításának fontos feltétele a felületet összefüggő borító oxidréteg eltávolítása. Az alumíniumoxid az alumíniumnál lényegesen magasabb hőmérsékleten, mintegy 2050°C-on olvad és a folyékony fém is összefüggő rétegben borítja, akadályozva ezzel a kötés kialakítását, ugyanis az oxidréteg meggátolja a hegesztés folyamán a megolvadt alapanyag és hegesztő hozaganyag összeolvadását. Az oxidréteg eltávolításának hatékony megoldása a védőgázos hegesztési eljárásoknál a védőgáz alatt megvalósuló katódporlasztással kiváltott oxidbontás [1]. Semleges védőgázos volfrámelektródos ívhegesztés esetében ez kizárólag változó árammal valósul meg, ami jelentősen befolyásolja az egyéb technológiai jellemzőket. Védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés esetében a katódporlasztás megoldható egyenáram fordított polaritással.

Hegesztési eljárás	AVI
Hozaganyag minősége	AL 99,5 Ti
Hozaganyag mérete	Ø3,2
Hegesztési áramerősség	220 A
Hegesztési feszültség	13 V
Hegesztési sebesség	3 mm/s

1. táblázat. AVI paraméterek

Hegesztési eljárás	AFI
Hozaganyag minősége	AL 99,5 Ti
Hozaganyag mérete	Ø1,0
Hegesztési áramerősség	180 A
Hegesztési feszültség	23 V
Huzalelőtolási sebesség	11,3 m/min
Hegesztési sebesség	5 mm/s

2. táblázat. AFI paraméterek

Hegesztési eljárás	FSW
Fordulatszám (n)	1600/min
Hegesztési sebesség (v)	8,3 mm/s
Szerszám dőlésszög (φ)	0°
Sajtoló erő (F)	4500N
Súrlódási tényező (μ)	0,4
Szerszám váll átmérője (D)	25 mm
Szerszám kialakítás	normál

3. táblázat. A lineáris dörzshegesztés paraméterei

alkalmazásával. A lineáris dörzshegesztésnél az oxidhártya feltörése a sajtolóerő hatására történik az anyag felületén, viszont az alapanyagok illesztési felületén lévő oxidot csak olyan szerszámmal lehet eltüntetni a kötésből, amelyik vertikális anyagáramlást biztosít, amennyiben ez nem valósul meg, akkor az Al_2O_3 oxidréteg a varratban szétszórva jelenik meg. Kísérleteink bizonyítják, hogy ezen oxidréteg jelenléte a varratban nem okoz minőségi romlást.

A hőhatásövezet sajátosságai

Az összehasonlítás tárgyát képező hegesztési eljárásoknál a kötés létrehozására hőenergia felhasználásával kerül sor. A kötés kialakítására alkalmazott hőenergia egy része a munkadarabban szétterjed és felhevíti azt, így a hegesztett anyagot a varrattól kiindulva, alapvetően a hegesztési eljárástól és az anyag hőfizikai jellemzőitől függően hőhatások érik és idéznek elő különböző szövetszerkezeti, illetve mechanikai tulajdonságbeli változásokat [1]. Tehát az alumínium ötvözetek többségénél jelentős szerepet játszik a fajlagos hőbevitel értéke. Ez mindhárom eljárásnál alulról korlátozott, de az értékekben jelentős eltérések mutatkoznak, melyek a későbbiekben kerülnek ismertetésre.

Összehasonlító kísérletek paraméterei

Ahogy a címből is kiderült, két járatos ömlesztő hegesztési eljárással készült varratot hasonlítottam össze a lineáris dörzshegesztéssel [3] készült varrattal. Minőségi és gazdasági szempontból is megtörtént az összehasonlítás. Természetesen számos módon változtathatóak a technológiai paraméterek, ebből adódóan más-más eredmények jöhetnek ki az összehasonlításból, én minden eljárásnál egy-egy

paraméterbeállítást választottam ki. A feladat egy 6 mm falvastagságú AL 99,5 anyagminőségű lemez egyoldali tom-pavarratának elkészítése volt, az összehasonlítás kedvéért egy sorral hegesztve.

Az első próbadarabot argon védőgázos volfrámelektrodos ívhegesztéssel (kézi) készítettük el, a használt paramétereket az 1. táblázat mutatja:

A paraméterek alapján kiszámítható a fajlagos hőbevitel:

$$Q = k \cdot \frac{U \cdot I \cdot \cos \varphi}{v} = 0,6 \cdot \frac{13V \cdot 220A \cdot 0,99}{3 \text{ mm/s}} = 566 \text{ J/mm}$$

A második próbadarabot védőgázos fogyóelektrodás ívhegesztéssel készítettük, a használt paramétereket a 2. táblázat szemlélteti:

A paraméterek alapján kiszámítható a fajlagos hőbevitel:

$$Q = k \cdot \frac{U \cdot I}{v} = 0,8 \cdot \frac{23V \cdot 180A}{5 \text{ mm/s}} = 662 \text{ J/mm}$$

Az utolsó próbadarabot lineáris dörzshegesztéssel készítettük el, melynek a technológiai paramétereit a 3. táblázatban mutatom be:

Ennél az eljárásnál is ki lehet számolni a fajlagos hőbevitelt az alábbi képlet alkalmazásával [2]:

$$Q = \frac{\eta \cdot F \cdot n \cdot D}{v} = \frac{0,4 \cdot 4500N \cdot 26,6/s \cdot 0,025m}{8,3 \text{ mm/s}} = 144 \text{ J/mm}$$

Az eredményekből jól látható, hogy a lineáris dörzshegesztés fajlagos hőbevitelje jelentősen kisebb az ömlesztő hegesztési eljárásokénál. Természetesen ezek a fajlagos hőbeviteli értékek a mi kísérleteinknél adódtak ki, biztosan megoldható kisebb fajlagos hőbevitel is más technológiai paraméter beállítással (pl. impulzusteknika alkalmazásával).

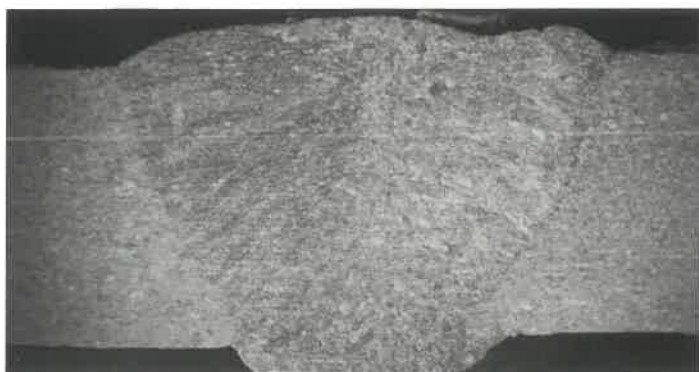
A próbadarabok vizsgálati eredményei

Az előző pontban ismertetett paraméterekkel meghegesztett próbadaraboknál roncsolásos anyagvizsgálatokat végeztem: makrovizsgálat, keménységmérés, szakítóvizsgálat, hajlítóvizsgálat.

A makrociszolatokon vizsgáltuk a beolvadást, a szemcsedurulást és a varrat szimmetriát. Az AVI-val készült kötés teljes keresztmetszetben átolvadt, viszonylag nagy szemcsedurulás figyelhető meg rajta, a varrat szimmetrikus. A makrociszolati képet az 1. ábra szemlélteti:

Az AFI-val készült kötés is átolvadt teljes keresztmetszetben, a szemcsedurulás itt is jellemző, a varrat szimmetrikus, néhány kisebb porozitás észrevehető. A kötés makrociszolati képét a 2. ábra mutatja:

A lineáris dörzshegesztéssel készített kötésnél sem vehető észre kötészhiba, a varrat finomszemcsés és szimmetrikus. Egy úgynevezett „lazy S” eltérést lehet észrevenni a makrociszolati felvételen, ami abból adódik, hogy az illesztésnél lévő Al_2O_3 réteget a hegesztés során a szerszám nem jutatta ki a lemez felszínére, így apró darabokban a varrat-



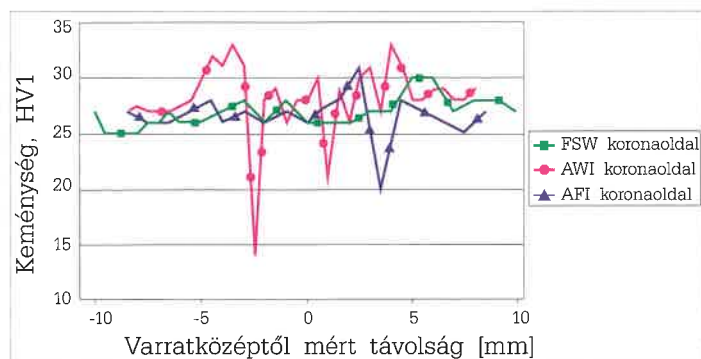
1. ábra. Az AVI hegesztéssel készült kötés makrocsiszolati képe

ban maradt. A cikk elején említettem, hogy ez a mechanikai tulajdonságokat nem befolyásolja, erre majd a szakítóvizsgálat eredménye ad igazolást. A kötés makrocsiszolati képét a 3. ábra szemlélteti:

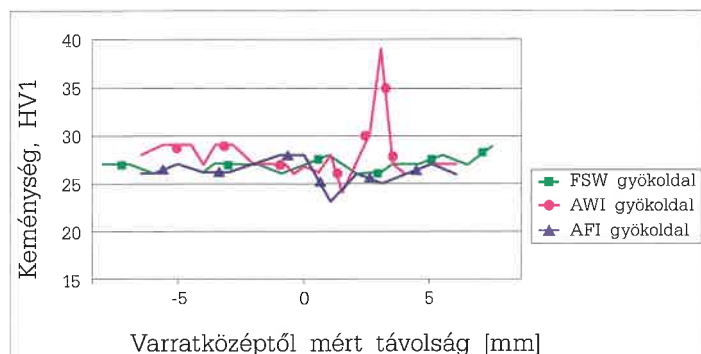
A makrocsiszolati képek alapján a kötések megfelelőek, az ömlesztő hegesztési eljárásokkal készült varratokat kisebb szemcsedurvulással is el lehetett volna készíteni, például két rétegben hegesztve.

A makrovizsgálat után mikrovickers (HV1) keménységet mértem, amely során a korona- és a gyökoldalán 0,5 mm távolságokban lenyomatsorozatot hoztam létre. Ennek eredményét a 4. ábrán foglaltam össze. A puha alapanyag miatt nem számítottam nagy eltérésekre, de így is érzékelhető különbségek vannak a próbadarabok között. A koronaoldali keménységmérés eredményét a 4. ábra mutatja be. Az 5. ábrán a gyökoldali keménységmérés eredménye látható:

Az ábrákból jól látszik, hogy az AVI és VFI eljárásokkal készített varratok keménységénél nagyobb eltérések, kilággyulások, felkeményedések tapasztalhatóak. A lineáris dörzshegesztéssel készült varrat keménységénél nincs számottevő eltérés se korona-, se gyökoldalán.



4. ábra. A koronaoldali keménységmérés eredménye



5. ábra. A gyökoldali keménységmérés eredménye



2. ábra. Az AFI hegesztéssel készült kötés makrocsiszolati képe

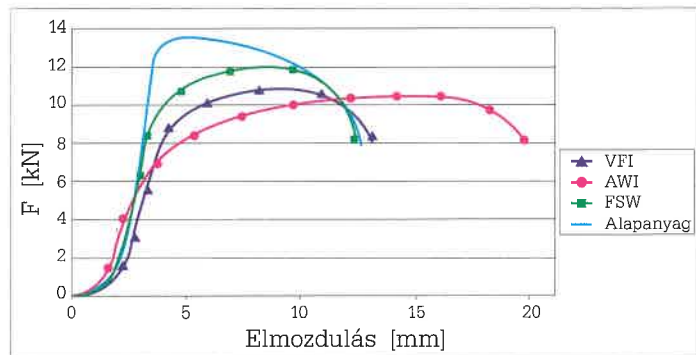


3. ábra. FSW hegesztéssel készült kötés makrocsiszolati képe

A fenti vizsgálatokon kívül még szakítóvizsgálatot is végeztem mind a három kötésen, illetve az alapanyagon is. A szakítóvizsgálat eredményeit az 6. ábra foglalja össze.

A vizsgálat szerint az alapanyag szakítószilárdsága 91 MPa. A szakítódiagramon jól megfigyelhető, hogy egyik kötés sem érte el ezt az értéket. A legrosszabb szilárdsággal az AVI-val készült kötés rendelkezik, ahol az $R_m = 71$ MPa. Ezt követi az AFI-val készített kötés $R_m = 73$ MPa értékkel, és az alapanyag szakítószilárdságát leginkább a lineáris dörzshegesztéssel készült kötés közelítette meg $R_m = 81$ MPa értékkel. A szakítódiagramból lehet következtetni a nyúlás értékére is, abban viszont jobb értéket mutat az AVI eljárásal készült kötés.

Az utolsó roncsolásos vizsgálat a hajlítóvizsgálat volt, amiből egy érdekes különbség adódott, méghozzá az, hogy az AVI-val készült kötés gyökoldali keresztirányú



6. ábra. Összehasonlító szakítódiagram

Költség	AVI	AFI	FSW
Hozaganyag költsége (Ft/m)	240	240	0
Védőgáz költsége (Ft/m)	146	134	0
Szerszám költsége (Ft/m)	0	0	100
Munkabér (Ft/m)	93	56	34
Energiaköltség (Ft/m)	13	11	8
Összköltség (Ft/m)	492	441	142

4. táblázat. Hegesztőanyagok költségeinek összehasonlítása

hajlítóvizsgálatra nem felelt meg, nem teljesítette a 180°-os hajlítási szöveget. Az összes többi kötés megfelelt korona- és gyökoldali hajlítóvizsgálatra is.

A vizsgálatokról összességében elmondható, hogy a keménységmérés és a szakítóvizsgálata eredményei alapján a lineáris dörzshegesztéssel készült varrat adta a legjobb eredményeket. Ez nem azt jelenti, hogy a többi eljárással nem lehet jobb minőségű kötések létrehozni (pl. AlSi5 minőségű hozaganyag alkalmazásával).

Gazdaságossági összehasonlítás

Egy adott hegesztési eljárás kiválasztásánál a minőség mellett a gazdaságosság az egyik meghatározó szempont. Ezért egy összehasonlítás nem lenne teljes értékű, ha ezt figyelmen kívül hagynánk. A gazdaságossági összehasonlítás alapjául az *Összehasonlító kísérletek paraméterei fejezetben* ismertetett értékek szolgáltak és 1 méter varrathosszra végeztem el a számítást. Az összehasonlításban a hegesztő anyagok költségét, a bérköltséget és az energiaköltséget számítottam. Lineáris dörzshegesztésnél nem használunk hozaganyagot, illetve védőgázt, de szerszámra szükségünk van, ezért annak az árát vesszük figyelembe. A lineáris dörzshegesztés szerszámának költsége maximum 10.000 Ft, hiszen alumíniumhegesztéshez nem szükséges speciális szerszámanyag, illetve bevonat. Irodalmi adatok [4], illetve saját tapasztalat alapján egy szerszám 100 m varrat elkészítésére alkalmas. Ami a költség másik jelentős részét adja, az a munkabér, ami természetesen hegesztésnél a hegesztési sebességtől függ. Csak az összehasonlítás kedvéért számoljunk 1000 Ft/óra munkabérrel és hegesztési fődíval. Az összehasonlítás értékeit a 4. táblázat mutatja:

A táblázat alapján jól látható, hogy a lineáris dörzshegesztéssel készült varrat költsége harmada a másik kettő eljárás költségéhez képest. Habár itt a költségszámításban nem szerepel, de jelentős költségmegtakarítás érhető el az előkészületek egyszerűségével lineáris dörzshegesztésnél, hiszen nincs szükség speciális élkialakításra, nem kell illesztési hézagot beállítani, fűzni, stb. Az igazsághoz hozzá tartozik, hogy a lineáris dörzshegesztő berendezés viszont egy nagy-

ságrenddel többbe kerül, mint az AVI vagy VFI hegesztőgép, tehát nagyobb beruházási költség szükséges a technológia bevezetésénél. Mivel ezen árakról nincs pontos információ ezért nem szerepeltettem a költségszámításban, de az elmondható, hogy költség szempontjából a lineáris dörzshegesztés kifizetődőbb nagysorozatú gyártás esetén.

Összefoglalás

Az előző néhány oldalban láthattuk, hogy ezen összehasonlítás alapján, minőségben és gazdaságosságban is felülmúlja a lineáris dörzshegesztés a járatos ömlesztő hegesztési eljárásokat. Természetesen elképzelhető, hogy jobb minőséget lehet produkálni vagy a költségeken lehet faragni bármelyik eljárásnál, de azért el lehet gondolkodni a nagymértékű eltéréseken és az adott eljárások komplikáltságának különbségein.

Köszönetnyilvánítás

Az cikkben ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Imre Török, Krisztina Juhász, Ákos Meilinger, András Balogh: Main characteristics of fusion and pressure welding of aluminium alloys, Production processes and systems, volume 6, (2012), p.: 92-95
- [2] Friction stir welding – The ESAB way, (2004), p.: 45,
- [3] Meilinger Ákos: A lineáris dörzshegesztés és alkalmazásai, Hegesztéstechnika, XXIII. évfolyam 1. szám (2012), p.: 21–23.
- [4] Christopher B. Smith, John F. Hinrichs, Wade A. Crusan: Robotic friction stir welding: State of the Art, (2004), p.:11

*Meilinger Ákos, Mérnök-tanár, Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék,

Tájékoztatás

Felhívjuk a **2007. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje: **2012. 12. 31.**

A tanúsítványok meghosszabbításához az MSZ EN 473 9. pontja szerint az alábbiak szükségesek:

*

folyamatos munkavégzés igazolása,

*

az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN 473 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 anyagvizsgálati eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert

dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fejezet, valamint dr. Shinobu Ishihara: Test for colourblindness – gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos – könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges,

*

régi tanúsítvány megküldése.

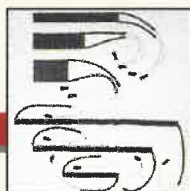
*

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



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

FRONIUS hegesztő berendezések képviselője, 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>



Fémszerkezetek tervezése, gyártása és gazdaságossága, DFE 2013

2013. április 24.–26., Miskolci Egyetem



Konferencia felhívás

Bevezetés

A korszerű hegesztett fémszerkezeteknél a fő szempontok: a megfelelő teherviselő képesség (biztonság), a jól gyártható, technológiához jól illeszkedő szerkezet, illetve a gazdaságosság. Ezek az optimális méretezés révén kapcsolhatók egybe. A konferencia témakörei e három csoport köré szerveződnek. Célja a széles szakterület elméleti és gyakorlati szakembereinek összehozása, az elért eredmények bemutatása, a jövőbeni fejlődési tendenciák megismerése, kapcsolatok kialakítása.

Korábbi konferenciák

Harmadik alkalommal szervezünk nagyobb nemzetközi konferenciát acélszerkezetek témakörében a Miskolci Egyetemen. 1996 augusztusában a Nemzetközi Csőszerkezeti Szimpóziumot szerveztük (International Symposium on Tubular Structures ISTS'96), 2003-ban a Nemzetközi Fémszerkezeti Konferenciát (International Conference on Metal Structures ICMS2003), most pedig a Hegesztett szerkezetek tervezése, gyártása és gazdaságossága című konferenciát (Design, Fabrication and Economy of Welded Structures DFE2008). Minden esetben színvonalas nyugat-európai kiadó jelentette meg a cikkeket.

A konferencia témakörei

- Tervezés:** Szerkezetek analízise, tervezése, Numerikus módszerek és algoritmusok, Stabilitás, Törés, Fáradás, Rezgések és rezgéscsillapítás, Kapcsolatok, Vékonyfalú szerkezetek, Oszlop-gerenda kapcsolatok, Rácsos tartók, Keretek, Toronyok, Lemezek és héjak, Csőszerkezetek, Vasbeton szerkezetek, Végeselemez és határelemez alkalmazások, Tűzvédelem, Szélterhelés, Földrengésvédelem, Szerkezeti biztonság és megbízhatóság, Törésmechanika, Szerkezeti anyagok, Tervezési előírások, Ipari alkalmazások minden területen.
- Gyártás:** Gyártási technológiák és módszerek, Hegesztési technológiák, Hegesztési maradék feszültségek és vetemedések, Hegesztési vetemedések, Gyártási sorrend, Környezetvédelem, Felületvédelem, Bevonatkészítés, Szerelés, Karbantartás, Megerősítés és felújítás, Ipari alkalmazások.
- Gazdaságosság:** Gyártási költségek, Költségmérnöki vizsgálatok, Élettartam költségek, Szerkezet optimalizálás, Matematikai módszerek, Szakértői rendszerek, Ipari alkalmazások.

Várjuk résztvevők jelentkezését. **A konferencia nyelve angol! Nincs tolmácsolás.**

A cikkek megjelentetése

Az elfogadott cikkek a konferencia-kiadványban jelennek meg a **Springer Kiadó** gondozásában. A kiadványt minden regisztrált résztvevő megkapja.

Szponzorálás, kiállítás, bemutató

Kérjük a tagvállalatokat, hogy jelentkezzenek a szervezőknél. Szponzori támogatás esetén a cég megjelenésére van lehetőség kiállítás és bemutató által. Külön is lehet kiállítónak jelentkezni. A poszter mérete 1x2 m. Lehetőség van a programfüzetben bemutatkozó oldalakat megjelentetni. Kérjük forduljanak a szervezőkhöz.

A Miskolci Egyetem

A Miskolci Egyetem története 1735-ban kezdődött, amikor megalapították jogelődjét, a Bányászati és Kohászati Akadémiát Selmechányán. Most 8 kara van az egyetemnek, Gépész- és Informatikai, Műszaki Földtudományi, Anyagtudományi és Kohászati, Jogi, Közgazdaságtudományi, Bölcsészeti, valamint a Bartók Béla Zeneművészeti és az Egészségtudományi. Hozzávetőlegesen 15000 hallgatója van az egyetemnek.

Időtábla

Esemény	-tól	-ig
Call for Papers	2012. február	
Absztrakt leadás	2012. február	2012. szeptember 7.
Absztrakt elfogadás		2012. szeptember 28.
Teljes cikk leadása	2012. szeptember 28.	2012. november 2.
Teljes cikk elfogadása		2012. december 7.
Korai befizetés (early bird)	2012. április	2012. november 30.
Normál befizetés	2012. december 1.	2013. március 31.
Konferencia	2013. április 24.	2013. április 26.

További információk

Dr. Jármay Károly
Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc, Egyetemváros
Tel. +46-565111 mellék 2028 hangposta
Fax. +46-563399
e-mail: altjar@uni-miskolc.hu

A konferencia honlapja <http://www.dfe2013.uni-miskolc.hu>

E-mail: dfe2013@gmail.com

Design, Fabrication and Economy of Metal Structures, DFE 2013

Kiss István*

Gőz túlhevítő kollektor gyártása

A Tiszai Vegyi Kombinátban ez év tavaszán az Olefin-1 üzemi F8001 kazán felújításának egyik feladatként ki kellett cserélni az 1. fokozat gőz túlhevítő korrodált kollektorát. A munka megrendelője a TVK Nyrt. Tiszaújváros, a gyártás kivitelezője a BIS Hungary Kft. volt. A kivitelezési dokumentációt a Nitroterv Kft. készítette. A alapanyagot a vastag falú varratnélküli alapcsövet a Vallourec & Mannesmann GmbH szállította.

A feladat ismertetése

A hat méter hosszú alapcsőre aszimmetrikus elrendezésben 480 db csőcsontot kell tompavarrattal felhegeszteni. (Az előgyártott, kész kollektor az 1. ábrán látható.) Az előmelegítési és hegesztési hő hatására az anyag melegebb része tágul, a táguló hőnek ki-

az alakváltozás nagy, az elkészült kollektor beépítése jelentős kivitelezési nehézségeket okozna.

A feladat megoldása

A megrendelő a TVK Nyrt. számításra kérte igazolni az előfeszítés mértékét, a végállapoti alaktartás biztosítását. A BIS Hungary Kft. mérnöki irodája elméleti és kísérleti modellekkel kiszámolta és mérte a hő hatására létrejövő feszültségeket és alakváltozásokat.

Rögzítésre került a várhatóan legkisebb alakváltozást előidéző hegesztési sorrend: szükséges, hogy a hegesztett csónksor mindig a felső alkotón helyezkedjék el. A hegesztés a cső közepétől induljon, és váltakozva, két hegesztővel kifelé, a vége felé haladjon. A felső alkotón legfeljebb kettő sor ké-

függ (Forrás: Walter Wagner Rohrleitungstechnik – Vogel Verlag 1998)

- Alakváltozási hajlam: Jelentős, az aszimmetria és a lyukgyengítés miatt
- Hegeszthetőség: A falvastagság miatt előmelegítés szükséges, egyébként jól hegeszthető

A feszültségek és alakváltozások modellezése

Kiindulásként több elméleti modellt is felállítottunk, melyekre Hooke törvényének felhasználásával elkészültek a számítások. A Hooke törvény közelítő számítás, csak a rugalmas alakváltozási tartományban igaz. Kimondja, hogy az anyagban ébredő feszültség a relatív nyúlással lineárisan arányos:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Először esetben modellünkben extrém adatokkal számoltunk, hogy fény derüljön arra, mi történik ha túlmelegítjük a munkadarabot. Ekkor, az ébredő nyomófeszültségre olyan érték jött ki, ami a folyáshatárnak több mint a hatszorosa (!). Ez azért történt, mert korlátozott alakváltozás mellett nagyon nagy a hőtágulás. A rugalmas alakváltozás átmegy rugalmas képlékeny alakváltozásba, makro alakváltozást hoz létre, ami pedig tönkremenetelhez vezet. Levonható a tanulság, hogy elengedhetetlen betartani a technológiában meghatározott hőmérsékleti maximumot, előírást.

A második modell a feladathoz készített hegesztési technológia (WPS 0133-8) szerint készült. Itt már be volt tartva a 220 °C-os előmelegítés, és a maximum 350 °C-os soronkénti hőmérséklet. A kiszámolt nyomófeszültség értékre 467 N/mm² jött ki, ami még mindig jóval a 359 N/mm²-es folyáshatár fölött és a szakító szilárdság közelében van. Ahhoz, hogy a rugalmas képlékeny alakváltozást biztonsággal elkerüljük, mindenképpen előfeszítést kell alkalmaznunk. Ha a fenti 467 N/mm² nyomófeszültséget előfeszítéssel, 200 N/mm² értékkel csökkentjük, akkor biztonsággal a rugalmas tartományban maradnak a feszültségek.

A harmadik modellünk 200 N/mm² előfeszítést alkalmaz a hőhatásövezetben. Az így kapott nyomófeszültség



1. ábra.
Gőz kollektor cső
a csónkokkal

tett övezetet hideg anyagrész veszi körül, és fellép a korlátozott alakváltozás esete. A hegesztés befejezéséig a bevitt hő hatására nyomófeszültség keletkezik, amely rugalmas és rugalmas-képlékeny alakváltozást hoz létre. Ha ez a nyomófeszültség eléri az anyag folyáshatárát, akkor az anyag zömöl, vagyis képlékeny alakváltozást idéz elő. A hőhatás megszűnését követi a hűlés. A kitágult hőhatásövezet a hűléssel kezd összehúzódni, de a zömölt anyag már nem az eredeti méretére húzódik össze. A hűléssel az anyag zsugorodásával a nyomófeszültség egyre csökken, majd húzófeszültségbe megy át. Az anyagban a hővel terhelt övezetben belső húzófeszültség marad, amely makro alakváltozásban nyilvánul meg, vagyis az alapcső meggörbül. A munka során jelentős hegesztési deformációval kell számolni.

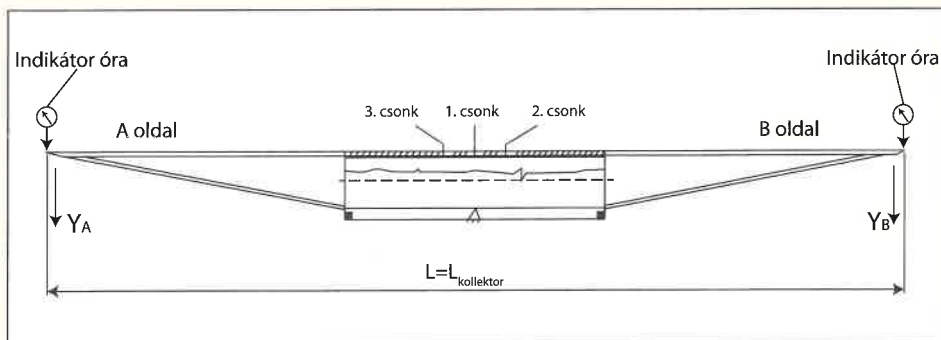
A munka jellegéből adódóan is fontos, hogy a deformáció ne következzen be, ugyanis míg ezt a kollektort cserélni kellett, a kazánban a csőkapcsolatok változatlanok maradtak, vagyis, ha

szítható együtt. Ebben a sávban előfeszített mezőt kell létrehozni.

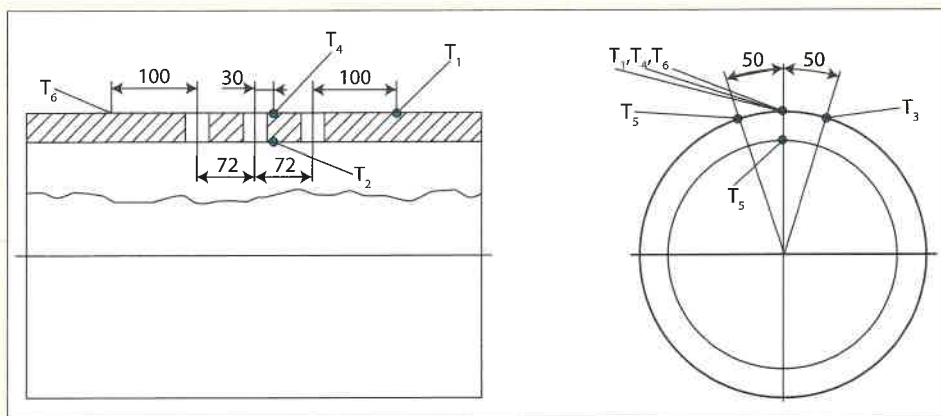
Az alábbiakban az összetett hegesztési feladat megoldásához szükséges számításokat, valamint a számításokat alátámasztó kísérleteket mutatjuk be. Befejezésül összefoglaljuk a számítások és kísérletek eredményeit, és meghatározzuk a legkisebb alakváltoztatás eléréséhez vezető hegesztési technológiát, és a szükséges előfeszítő erőket. A kollektor fő jellemzői

- Az alapcső és a ráhegesztendő csónkok anyaga egyaránt 16 Mo 3.
- Alapcső: 6 méter hosszú, Ø323,9×36 varratnélküli acélcső
- Csónkok: Ø31,8×3,2 és Ø33×5 varratnélküli acélcsövek
- Szakítószilárdság: Rm = 450 ~ 600 MPa Követelményérték MSZ-EN 10216-2 Rm=497 MPa Valós érték
- Folyáshatár: Rp0,2=270 MPa, Követelményérték MSZ-EN 10216-2 Rp0,2=359 MPa, Valós érték
- Rugalmassági modulusz: E = 178,5 ~ 206,6 MPa értékek között mozog, hőmérséklettől és anyagszerkezettől

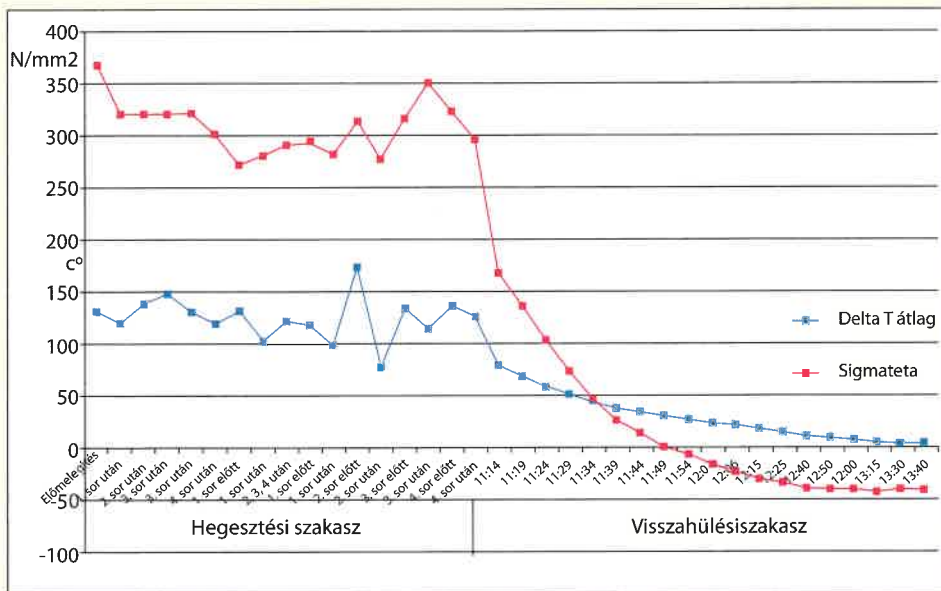
KUTATÁS



2. ábra. Kísérleti modell



3. ábra. Hőmérők helye



4. ábra. A hőmérséklet és a feszültség alakulása időfüggvényben

Feszítőerő [kN]	Rúdvég elmozdulás [mm]	Rúdközép emelkedés [mm]	Feszültség alul [kN/cm²]	Feszültség felül [kN/cm²]*
2×100kN	5.19	1.86	5.40	10.40
2×150kN	7.74	2.80	8.20	15.70
2×200kN	10.29	3.52	11.00	21.00
2×250kN	12.84	4.68	13.80	26.30
2×300kN	15.40	5.61	16.60	31.50

* az AXIS programból kN/cm²-ben lettek a feszültségek kigyűjtve, ezért mind az ábrákon, mind a táblázatban e dimenzió szerepel

ség már alatta van a folyáshatárnak. A nyomófeszültség várható értéke 267 N/mm².

A számítások kísérleti igazolásához **valós modellt** készítettünk. A modell egyszerűbb, mint a valós kollektor, de a jellemző folyamatokból lehet következtetni a tényleges munkadarab viselkedésére.

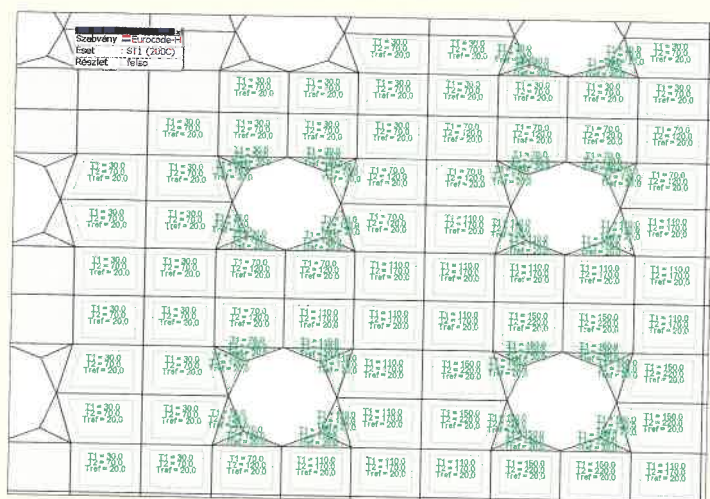
A modellünk a 2. ábrán látható. Három részből áll: egy darab 2 m hosszú csőből (ami átmérőben, falvastagságban és mechanikai tulajdonságaiban egyezik a kollektorcsővel), és a cső két oldalán egy-egy hosszabbító szerkezetből, melyeket úgy alakítunk ki, hogy ezek együttes hossza megegyezzen a kollektorcső hosszával. A hegesztési körülményeket három darab csonk behesztésével imitáltuk. Előfeszítést természetesen nem alkalmaztunk, hogy a hőbevitel hatására létrejövő lehajlást tudjuk mérni és ebből a feszültséget számítani.

A csőben ébredő feszültségek meghatározására méréseket kellett végezni. Megfelelő hőmérsékletre előmelegítettük a kollektorcsövet és behesztettünk három csonkot, közben mértük mind a hőmérsékletváltozást, mind a rúdvégek elmozdulását.

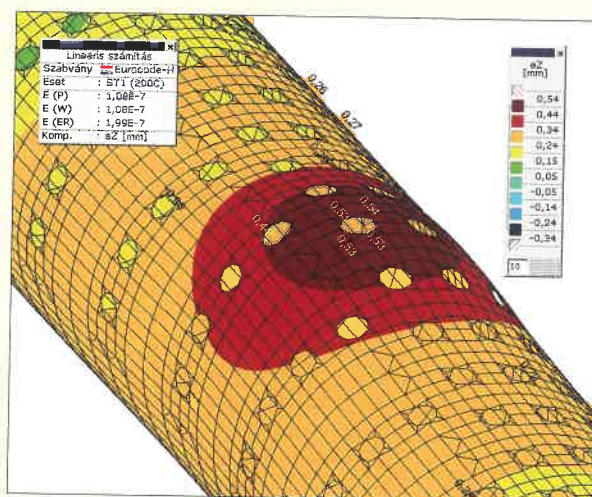
A 3. ábrán látható módon hat darab hőmérsékletérzékelőt helyeztünk el. Az előmelegítés és hegesztés közben folyamatosan rögzítettük a hőmérsékleti értékeket. Az összesen 102 értékből 141 °C átlag hőmérséklet jött ki. Ez jelentősen kevesebb, mint második modellben feltételezett hőmérsékletekből várható lett volna. Így a tényleges hőteherből adódó nyomófeszültség alatta maradt a számítottaknak. (A számított érték 467 N/mm², lehajlásból visszaszámolt érték mintegy 370 N/mm² amely az előmelegítéskor keletkezett.)

A 4. ábrán látható a hőmérséklet és a feszültség alakulása a hegesztési folyamat, illetve a visszahűlés során.

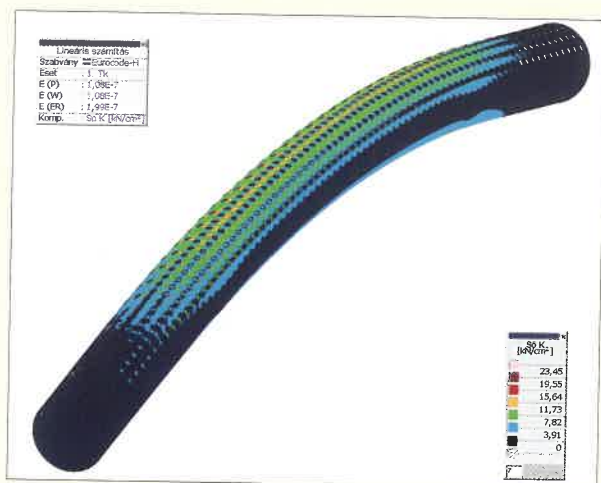
Számításainkat a modellkísérlet alátámasztotta, 200 N/mm²-es előfeszítés mellett tudjuk a kollektort sikeresen, deformáció mentesen meghegeszteni. Ugyanakkor rá kell mutatni, hogy nem lehet akármekkora előfeszítést alkalmazni. Túl nagy előfeszítés használatával azt érnénk el, hogy a visszahűlési szakaszban, ahogy a cső összehúzódni kezdene, a nyomófeszültség átalakulna húzófeszültséggé, és így is át tudná lépni a folyáshatárt. A hűlés kezdetekor az előfeszítést le kell venni, az alapcsövet tehermentesíteni kell.



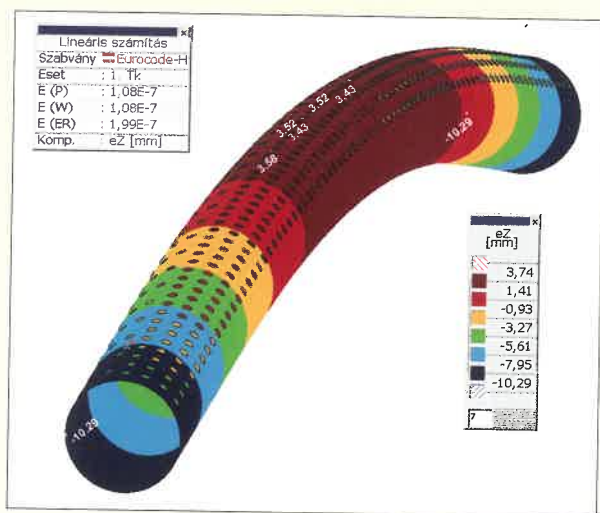
5. ábra. Hőmérsékleti teher egynegyede nagyítva. A csillaggal jelölt hely a hegesztési pozíció.



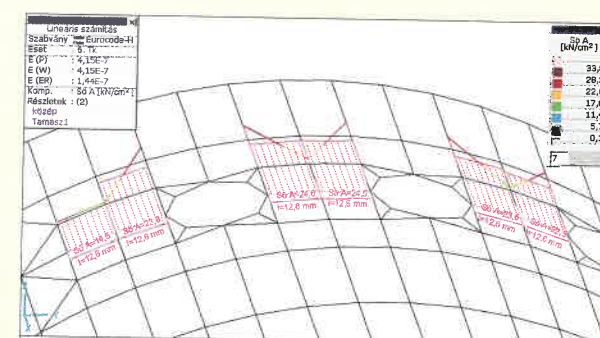
6. ábra. Hőbevitel okozta elmozdult alak, és „Z” irányú elmozdulásértékek



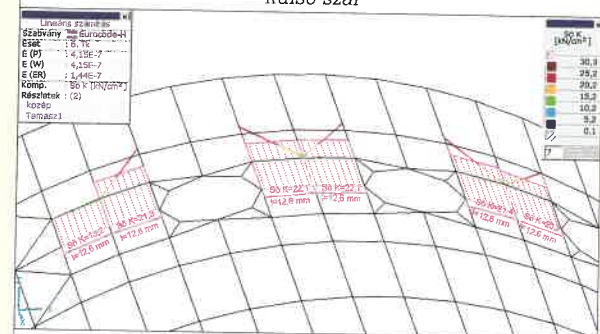
7. ábra. A FEM analízis eredménye - Feszültségábra elmozdult alakon



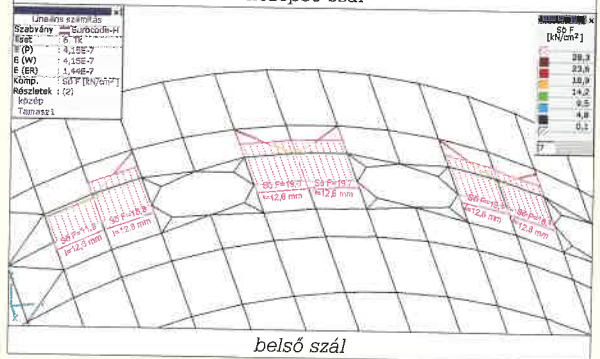
8. ábra. Elmozdulások a kollektorcső közepén és szélein 2x200kN előfeszítésből



külső szál



középső szál



belső szál

9. ábra: Összehasonlító feszültségek a külső középső és belső szálban

Számításainkat és modellkísérleteinket korszerű számítógépes végeselemes szimulációval igazoltuk. A végeselemes modellezéshez az AXIS-VM programot használtuk.

A hegesztés során keletkező hőbevitelt zónánként egyenlőtlen hőteher formájában vettük fel, 20°C referencia hőmérséklet mellett. A belső és külső hőmérséklet különbségét 70 – 50 – 30

fokban feltételeztük az egyes zónákban. (5. ábra) A végeselem modellel szimulálva lettek a hőbevitel hatására létrejövő elmozdulások (6. ábra), illetve az előfeszítő erő által keltett fe-

szűtségek (7. ábra). Látható, hogy a csonkhegesztési helyek környezetében jelentős alakváltozást szenved a cső, ami különösen akkor számít, ha ez a sok lyuknál összeadódik. Ha nem tartanak be a szükséges előfeszítést és a megengedett hőmérsékletet, akkor a kollektorcső egészen elhajlana, és teljesen használhatatlanná válna.

Bár a számításainkban több helyen is csak közelítő értékeket és átlagokat használtunk, láthatjuk, hogy valóság-hoz közeli eredményeket kaptunk.

A számunkra érdekes számítási eredmények a különböző feszítőerők hatására kapott feszültségekből és elmozdulásokból álltak. Az elmozdulások kiemelten fontosak, mivel az elmozdulás könnyen és jól mérhető. Az elmozdulásokat és feszültségeket táblázatos formában foglaltuk össze. Az elmozdulásokat a teljes kollektorcsőtest közepén és végén kapjuk (lásd 8. ábra). A feszültségek kiátlagolt érté-

kek a csőpalást külső szélsőszálán. (Lásd a táblázat.)

A 36 mm falvastagság mellett érthető, hogy a feszítés hatására a feszültség a vastagság mentén is változó. A feszültségeket a csőfelület felület belső, középső és külső síkján (lásd 9. ábra) kapjuk.

Összefoglalás

A következetesen végigvitt számítási és kísérleti lépésekkel meghatározott 200 N/mm²-es előfeszítés alkalmazásával eljutottunk oda, hogy a készre hegesztett kollektor alapcsövén végállapotban, a középhez mérve a deformáció a végeken a megengedett és a gyakorlatban is kezelhető 2 mm érték alatt maradt. A kivitelezés során a technológiát szorosan követve a hegesztőknek kis hőbevitellel kellett dolgozni, a gyűjtőcsövön középről kifelé haladva folyamatosan úgy kellett a csonkokat behegesztetni, hogy a hőmérséklet sehol ne emel-

kedjék az előírt érték fölé. A hegesztési felügyelet gondoskodott róla, hogy a hőmérséklet- és elmozdulás-értékek folyamatosan kontroll alatt legyenek.

A munka befejezése, a sikeres nyomáspróba a tényleges visszaigazolása a gondos felkészülésnek. A hegesztési technológia szakszerű elkészítése, az előfeszítés szakszerű kiszámítása, megválasztása, a gyakorlott hegesztők fegyelmezett munkája egyaránt hozzájárult a nagy kihívást jelentő feladat megoldásához. A feladat eredményes elvégzésében nagy részt vállalt a területi hegesztési felelős, *Gerőcs Péter* IWE hegesztőmérnök, aki a hegesztési technológiát készítette, *Földes Balázs* építőmérnök a végeelem modellezést készítette, *Soós Tamás* szerelésvezető, aki a kísérleti modellt kivitelezte és a hegesztési munkát irányította.

*Kiss István gm.
gyárépítési műszaki szakértő,
BIS Hungary Kft.



Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök Képzés

International Welded Structures Designer (IWSD)



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

A képzés 7 modulból áll:

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

4. modul: Hegesztett kötések tervezése,
5. modul: Hegesztett lemezszerkezetek tervezése,
6. modul: Hegesztett szerkezetek optimalizálása,
7. modul: Gyártás, költségek, minőség és ellenőrzés.

A képzés sikeres vizsga esetén Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök Diplomával zárul, amit a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés mint Nemzeti Meghatalmazott Testület ad ki.

A képzés időtartama 182 óra, mely 2012 szeptembere és 2013 májusa között valósul meg.

Helyszíne: Miskolci Egyetem, Felnőttképzési Regionális Központ

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

Költsége: 410 eFt, mely cégeknél a szakképzési alap 33%-ból finanszírozható + 40 eFt az IIW diploma.

Minimális csoportlétszám: 15 fő.

Jelentkezési határidő: 2012. augusztus 30.

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

Érdeklődni:

Szakmai kérdésekben: Dr. Jármay Károly, egyetemi tanár, +46-565111, +46-563399, altjar@uni-miskolc.hu

Adminisztratív kérdésekben: Fábián Zsuzsa gazdasági, műszaki, igazgatási ügyintéző, +46-565493, mellék 20-81, e-mail: tkzsuzs@uni-miskolc.hu,

Honlapok: <http://www.alt.uni-miskolc.hu/iwsd/>
<http://www.iiw-iis.org/>

<http://www.felnottkepzes.uni-miskolc.hu/>
http://www.mhte.hu/oh_iiw.html

Nagy Tibor Mihály*

Nagyméretű munkadarabok hegesztése robottal

Kreativitás a Robot Hegesztésben

A Caterpillar Magyarország Zrt Budapesttől mintegy 30 km-re található Gödöllőn. A cég jelenleg 320 fő állománnyal, építőipar számára gyárt hegesztett rész és fő összeállításokat. 2008 óta 4 új hegesztő robotot ruházt be a vállalat. A cég fő profilja a markolókanál gyártás, több mint 45.000 termék egy évben, 20.000 különféle terméktípusból.

Az előbbi számokból látszik, amely a gyártás során tapasztalható, hogy a darabok nagyságrendileg ugyanúgy néznek ki, de valójában minden termék más és más. Változik főként a termékek szélessége, megfogásuk típusa stb. Ezen felül pedig a termék rendeltetéséből adódó tág túrések is megnehezítik az automatizálást.

A robotgyártók kijelentik, hogy egy hegesztő robot azért jó, mert az mindig ugyanazt csinálja, és mindig ugyanúgy. Abban az ipari szegmensben, ahol üzemeltetjük ezen gépeket, ez ma már kevés. Hiszen ha egy vásárló egy 3,2 m³-es markoló kanalat szeretne vásárolni, számára nem fontos, hogy a vágóél a megfogási bázistól 205 vagy 225 mm-re van. A vásárló számára csak a kanál terhelhetősége és térfogata számít. Ez egy olyan eddig ismeretlen feladat elé állít minket, amit ma az automatizálásban résztvevő, hegesztő

robot gyártók egyáltalán nem vagy csak nagyon nehezen tudnak kezelni.

Hiszen hegeszteni egyből jól kell! Ez nem olyan, mint a megmunkálás során veszünk egy tisztázó fogást, és ahhoz képest mérve elkészítjük a jó alkatrészt.

Erre a robotgyártók szinte szériában ajánlanak különböző keresési és eltolási rutinokat, de ezek általában csak térben tolnak el 3 koordináta irányban vektor mentén.

Nagyméretű munkadarabok esetén érdekes kérdés az ideális PA pozíció megtalálása, és biztosítása a folyamat számára. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a külső tengellyel párhuzamos varratot addig forgatjuk a külső tengely mentén, míg az el nem éri az ideális pozíciót, aztán egy koordináta rendszer transzformációval meg van a varrat és kezdőpontja, ideális pozícióban.

Itt merül fel újra az a megállapítás, hogy ebben az ipari szekcióban az kevés, ha egy hegesztőrobot mindig ugyanazt csinálja.

Itt szükség lehet a következőkre is:

- keresse meg a darabot a térben
- forgassa be a hegesztés számára ideális pozícióba
- a gyártás szempontjából fontos paramétereket ellenőrizze
- önellenőrzések végrehajtása.

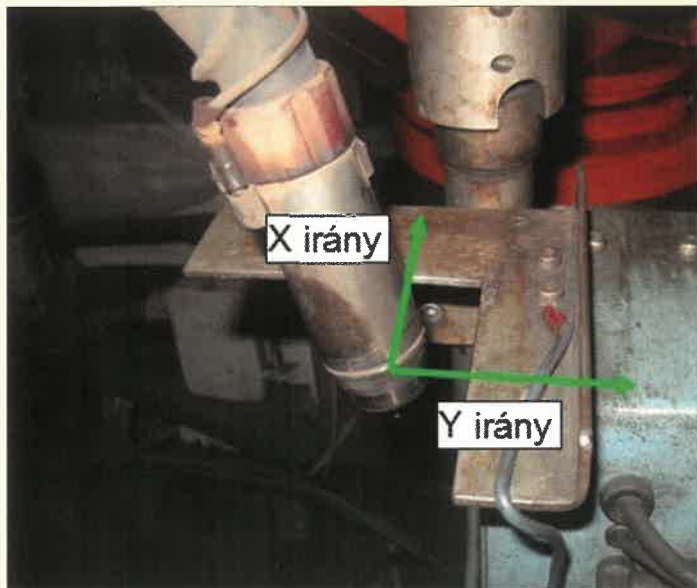
Ezáltal a hegesztő robotok valamennyire kreatívvá válnak és képesek igen – nem típusú döntések meghozatalára, ezáltal még jobbra téve a folyamatainkat. Biztos mindenki hallott már olyanról, amikor a gép dolgozik, de rossz munkadarab van benne és a gép nem azt hegeszti, amit mi szeretnénk. A hegesztő erre azt válaszolja, hogy az csak egy gép, nem látja mit hegeszt.

De ha a feladat szempontjából jól választjuk meg a keresési és definíciós mezőket, akkor a gép érezheti akár tapintással, beforgathatja vagy megmérheti a gyakran változó paramétereket.

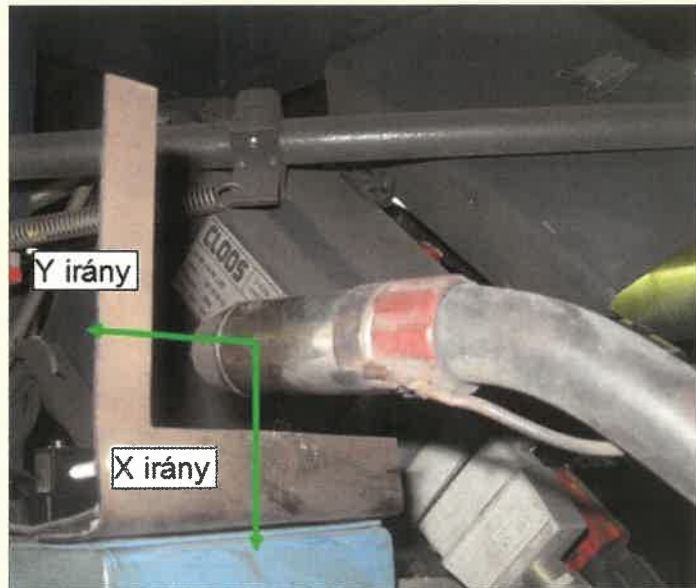
Önellenőrzési feladat megoldása

A robotos hegesztés szempontjából egyik legfontosabb dolog a hegesztő pisztoly állapota. A Caterpillar-nál a napi munka során alkalmazunk egy egyszerű mérési rutin-t, amely során a robot megméri, hogy a hegesztő pisztolynak megfelelő-e a TCP ill TOV értéke, ha nem megfelelő akkor nem engedi hegeszteni a munkadarabot. Hiszen a robotos hegesztés során ezek a gép oldalról a hegesztést legjobban befolyásoló tényezők.

A robotos hegesztés során a pontokat egy koordináta rendszerben vesz-



1. ábra.



2. ábra.

FEJLESZTÉS

szük fel, és a robot ebben a koordináta-rendszerben előre meghatározott sorrend szerint elvégzi a mozgásokat.

A mérés kiértékelése során a robot minősíti a pisztolyt, hogy megfelelő-e a hegesztési feladat elvégzéséhez vagy sem.

Munkatér transzformáció

2011-ben szereztünk be egy új hegesztő berendezést, ahol a két munkatér között a Robot egy C oszlopon függesztve található. Az egyetlen probléma ezzel az elrendezéssel az, hogy az alap BKS1-es koordináta rendszer a C pont körül forog, ezáltal a hegesztés során használt koordináta rendszer csak az 1-es munkatérben igaz. Ha ugyanezt a programot átforgatjuk a

2-es munkatérbe, akkor a koordináta rendszer irányultsága miatt nem működik megfelelően. A feladat az 1-es munkatérben jól futó programokat átvenni a 2-es munkatérbe. Ez elsőre nem hangzik nehéz feladatnak, de ha azt vesszük, hogy a Koordináta rendszerem (BKS1), amelyben a programokat írom, a C pont körül folyamatosan forog, akkor már érdekes forduló pont-hoz érkezünk.

Ekkor jött az ötlet, hogy mind a két munkatérben létező programot össze kell hasonlítani és megpróbálni matematikailag leírni a két munkatérben azonos helyen található pontok közötti kapcsolatot. A munkaterek közötti kapcsolatot kifejeztük függvényekkel, amelyeket integráltunk egy alprogramba és ezt a programot lefuttatva a

munkaterek közötti kapcsolat létrejött. A feladat megoldására, létrehoztuk a termékspecifikus transzformációs routint.

Összegzés

A hegesztő robotok azt csinálják amire megtanítjuk őket, nem többet és nem kevesebbet. A kor követelményei folyamatosan változnak egyre több olyan feladat van, ami régen megoldhatatlannak látszott. Ez hozza azt a változást, hogy ami ma kihívás, az holnap egy lehetőség, holnap után egy beépített opció. Egy folyamat-fejlesztés sikere pedig azon múlik, hogy hány opciónk lesz a jövőben.

*Nagy Tibor Mihály,
Caterpillar Magyarország Zrt.



VILÁGÚJDONSÁG

Világújdonság
Saját fejlesztés
Soyer szabadalom



A leggazdaságosabb megoldás az emberi hibák kizárására
Gyártást támogató LED KIJELZŐ

Az új BMS-9 újra forradalmasítani fogja a csaphegesztési technológiát. Most először válik lehetővé, hogy a kezelő az üzemállapotot, egy, a forgalmi lámpák elvén működő LED segítségével gyorsan felismerhesse. Ha a csaphegesztő berendezés üzemkész, a LED zölden világít. Amennyiben valamilyen zavar áll fenn, a LED pirosan világít. **A körvü LED kijelzőnek köszönhetően az üzemállapot bármilyen szögben leolvasható.** Ez nagymértékben megkönnyíti a kezelő munkáját, és ezzel tovább javítja a termelékenységet és a létrehozott hegesztések minőségét.



A PS-9 hegesztőpisztolyhoz tartozó vadonatúj fejlesztésű csaptartó használatával egyszerűbbé válik a hegesztés. (Szabadalmi szám: DE 102010 001 629.2). A hagyományos csaptartókkal ellentétben, **az új típusú befogópatronnával nem szükséges** a csapkilógást egyesével beállítani és **a csaptartót a különböző hosszúságú (6-40mm) csapokhoz igazítani.** Így használatával nemcsak időt takarít meg, de egyben kizárja a csaptartó rossz beállításából eredő hibákat.



SOYER MAGYARORSZÁG KFT.
CSAPHEGESZTÉS VEZÉRKÉPVISELET
8000 Székesfehérvár Sereg u. 1-5.
E-mail: info@soyer.hu
Tel.: 06 (22) 504-427
Web: www.soyer.hu

Keresse fel cégünket és tudjon meg mindent a **SOYER vállalat** piacvezető, saját fejlesztésű termékeiről.
Széles termékkálánk - az alig 18 kg összsúlyú kézi csaphegesztő rendszertől; egészen az univerzális AWI-, lézer-, csap- és csavaranya hegesztésre alkalmas CNC csaphegesztő berendezésig - valamilyen csaphegesztési problémára megoldást kínál!




A kondenzátoros eljárás segítségével a 2-8mm tartományba eső (St. 4.8; V2a; V4a; AlMg3; CuZn) hegesztési kötőelemek csekély, 0,1mm beégetési mélységgel történő, hihetetlenül **stabil rögzítése** vált lehetővé. Már egészen vékony (0,5mm) falvastagság esetén is észrevehetően kötést állít elő. Kötőelemek széles választékban!



Transzformátoros eljárás és inverter technológia - Az ívhúzásos csaphegesztés a maximális terheléshez való csaphegesztési eljárás. Ez az eljárás lehetővé teszi a 6-25mm átmérőjű hegesztőcsapok magas minőségű illesztését. Alkalmazhatóság: gépjármű építés, hajóépítés, acélipar, hídépítés. Az inverteres csaphegesztő berendezésekbe **integrált SRM technológia** segítségével lehetőség nyílik anyák, csövek, csavarok teljes keresztmetszetben történő felhegesztésére.

KTS-550/850/ 1550/2550 típusú automata vezérlőasztalok: A szervomotorral hajtott vezérlőasztalok hosszú élettartamúak és biztosítják a Ø 3-10mm átmérőjű és max. 40mm hosszúságú hegesztőcsapok precíz és kiváló rögzítését sorozatgyártásban.





ÉMI-TÜV

Több biztonság
Nagyobb érték

Vizsgálat, tanúsítás,
képzés és
szakértői tevékenység

www.emi-tuv.hu

Az ÉMI-TÜV SÜD csapata

Notified Body
1417

műszaki szolgáltatásaival sikerré kovácsolja munkáját a minőségügy és a biztonságtechnika területén.

Vizsgálat, tanúsítás, oktatás és szakértői tevékenység az alábbi területeken:

- Magas- és mélyépítőipari létesítmények tartószerkezetei, épület- és szakipari szerkezetek
- Menedzsmentrendszerek vizsgálata és tanúsítása nemzeti és nemzetközi akkreditációk alapján; minőségirányítási, környezetközpontú irányítási rendszerek, Magyar Egészségügyi Ellátási Standardok (MEES), Munkahelyi Egészségvédelem és Biztonság Irányítási Rendszerek (MEBIR / OHSAS), SCC, Élelmiszerbiztonsági Irányítási Rendszer (ÉBIR / HACCP / BRC / QS / GLOBALG.A.P.), Autóipari minőségirányítási rendszerek (VDA 6.1 / TS 16949), Információ-biztonsági Irányítási Rendszer (IBIR), társadalmi felelősségvállalás (CSR), EMAS hitelesítés, üvegházhatású gázok kibocsátási jelentésének hitelesítése
- Felvonók, mozgólépcsők, színpadtechnikai berendezések
- Építő-, emelő- és anyagmozgatógépek
- Játszóterei eszközök, szórakoztatóipari berendezések
- Hegesztési technológiák, hegesztők, hegesztőüzemek
- Tervengedélyezés
- Nyomástartó berendezések, kazánok, gázpalackok
- Fogyasztási cikkek, műszaki, könnyűipari, vegyipari és élelmiszeripari termékek
- Megfelelőség-értékelés és **CE** jel
- Szakemberképzések a minőségirányítás és biztonságtechnika területén

ÉMI-TÜV SÜD Kft. • TÜV SÜD Csoport • H-2000 Szentendre, Dózsa György út 26.
Telefon: (+36) 26 501-120 Fax: (+36) 26 501-150 • E-mail: igazgatosag@emi-tuv.hu

TÜV®

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

POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

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

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

- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmarók
- mágnesaltapas fűrőgépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm®

Dr. Komócsin Mihály*

Nagy CO_2 tartalmú földgáz okozta korrózió

Számos országban a földből kitermelt szénhidrogének számottevő mennyiségű szén-dioxidot is tartalmazhatnak. A szén-dioxid korróziós hajlama csekély, mert hasonlóan az alumínium oxidjához a vassal alkotott karbonátja egy jól tapadó tömör védő réteget alkot. A földgázban lévő szénhidrogének döntő többsége, mint (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , $i-C_4H_{10}$, $n-C_4H_{10}$, $i-C_5H_{12}$, $n-C_6H_{14}$) a vassal nem lép reakcióba, így korróziós szempontból semlegesnek tekinthetők. Egy további kísérő gáz lehet a kén-hidrogén is, amelynek erős korróziós hajlama jól ismert. A cikk azon földgázok korróziós hatásával foglalkozik, amelyek kén-hidrogént nem tartalmaz, vagy H_2S tartalma csekély, vagyis a nemzetközi szakirodalomban „sweet” gázokként ismertek. Meg kell jegyezni, hogy egyes kutakból kitermelt gázok kemény, szilárd részecskéket is magukkal sodorhatnak, amelyek abrúziós kopást okoznak. Az ilyen kutakhoz csatlakozó vezetékek anyagának kiválasztásakor nem csak a korrózióval, hanem a kopással szembeni ellenállást is tekintetbe kell venni. A kitermelt gázokat a kutaktól sok esetben finomszemcsés szerkezettű, növelt folyáshatárú acélból készült, földbe fektetett csővezetéseken szállítják el a tisztító/feldolgozó egységbe.

1. A kitermelt gázok jellemzői

A kutakból Magyarországon kitermelt gázok hőmérséklete a kútfejen 20...80 °C, nyomása nem haladja meg a 250 bart. Tekintettel arra, hogy a kilépő gázok vízben telítettek, a kútfejet és a feldolgozó üzemet összekötő vezetékben nyomása csökken, és ha a vezeték – mint általában –, nem fűtött, akkor a víz egy része kondenzálódik.

A nagy sebességgel áramló gáz által magával ragadott vízcseppek, amelyek oldott nátrium-kloridot is tartalmaznak, valamint a gázközeg gőztartalmából a gázközeg hűlése miatt kondenzálódott vizet természetesen a feldolgozás helyén leválasztják, de a csővezetékben mindig van jelen folyékony halmazállapotú víz is. A víz a jelen lévő gázokkal reakcióba tud lépni, illetve azt részben oldani is tudja.

Egy nyersgáz vezeték károsodott csővéről készült felvétel látható az 1. fotón

2. A csődarab szemrevételezése

A csődarab belső felülete két nagyon jellegzetes részre osztható. Az egyik az a mintegy 50–55 mm széles sávot lefedő, jelentősen korrodált rész, amely a lefektetett vezeték alsó részén helyezkedik el. A cső másik, lényegesen nagyobb részen számottevő korróziós károsodási nyom nem volt megfigyelhető.

A korrodált részen a minimális falvastagság 2,4 mm volt, de mintegy 35–40 mm széles sávban a vastagság sehol nem haladta meg a 3 mm-t. A számottevő korróziós károsodási nyomtól mentes részen a cső falvastagsága 6,2–6,3 mm volt.

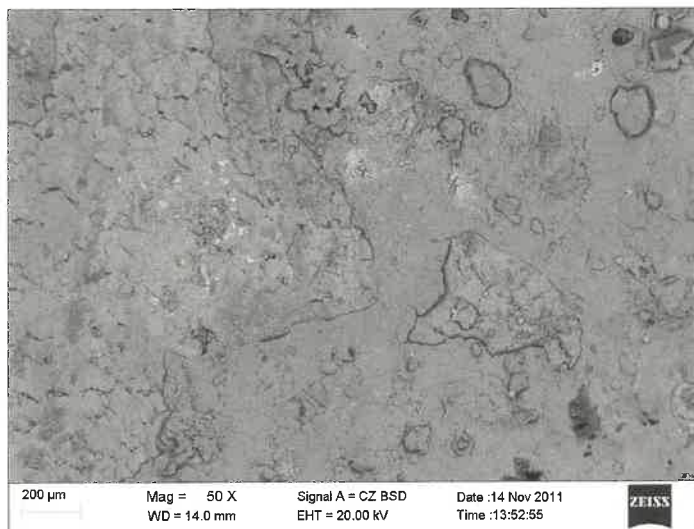
A mintegy 50–55 mm széles sávban jelentősen korrodált rész, amely az 1. fotó alsó részén látható két jellegzetes korróziós képe a 2. fotón látható.



1. fotó



2. fotó



1. felvétel

A 2-es fotón az 1-es jellel jelölt terület lyukkorróziós képet mutat, míg a 2-es jellel jelölt területen a cső alkotóval párhuzamos határozott bordákkal, vájatokkal jellemezhető morfológiájú felület figyelhető meg.

3. A csődarabból vett minták és vizsgálatuk

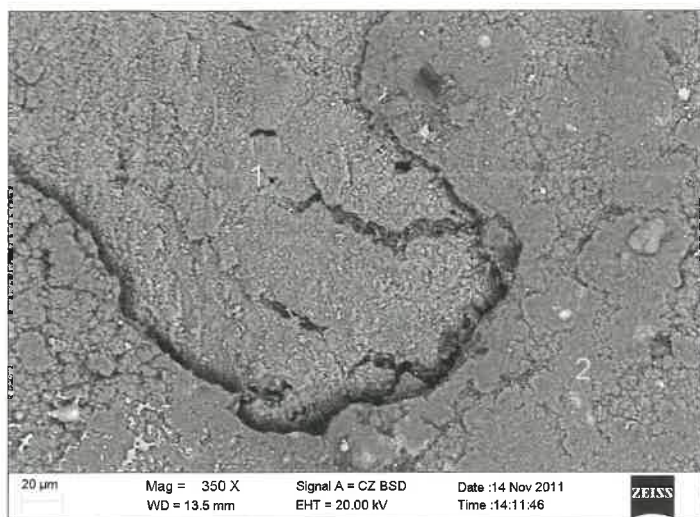
A csődarab mindkét jellegzetes részéből kivett próbadarabokat elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. A vizsgálatok célja az volt, hogy a korróziós termékek alapján következtetést lehessen levonni a korrózió közegéről, annak érdekében, hogy a korróziót okozó anyag mennyiségét csökkenteni lehessen.

A számottevő korróziós károsodási nyomot nem tartalmazó mintáról viszonylag kis nagyításban készült áttekinthető kép látható az 1. felvételen.

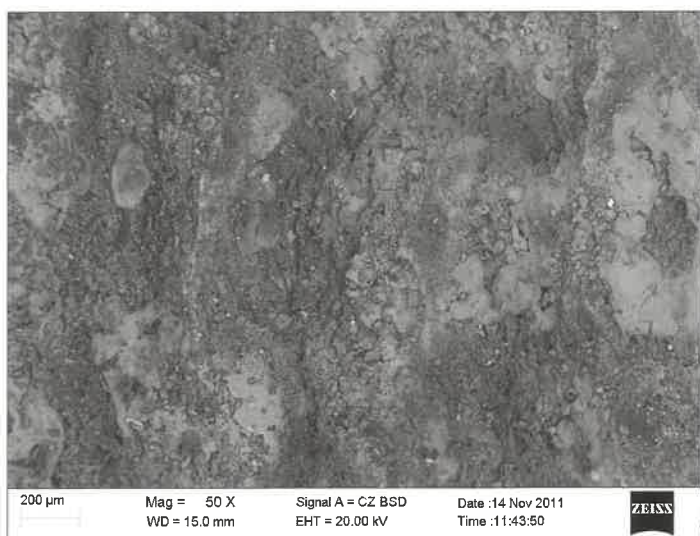
Az 1. felvételen a felület többé-kevésbé homogén képet mutat, az összefüggő rétegben csak helyenként figyelhető meg anyagfolytonossági hiány.

A felületen lévő korróziós termékek azonosítása érdekében nagyobb nagyításban is vizsgáltuk a két jellemző terméket. A 2. jelű felvételen látható 1-es jelű és a 2-es jelű lepedéket elektron mikroszkóppal elemeztük. A vizsgálatok eredményét a 2. táblázat tartalmazza.

A csekély mértékben korrodálódott felület két jellegzetes korróziós termékének összetételét lásd az 1. táblázat



2. felvétel. A vizsgált korrozíós termékek



3. felvétel

Elem, atom %	1. pont	2. pont
C	16,0	15,4
O	52,4	40,7
Si	0,3	1,6
Ca	0,4	0,3
Mn	0,8	0,9
Fe	28,6	38,2
Cl	0,2	0,4
egyéb	1,3	2,5

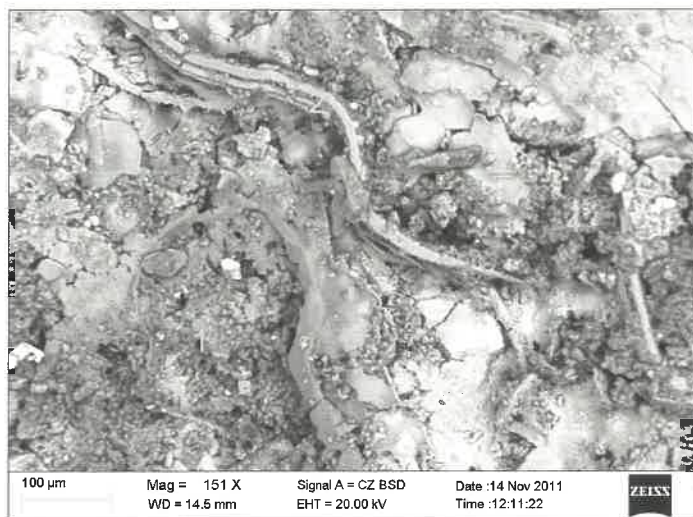
1. táblázat

A lefektetett vezeték alsó részén elhelyezkedő, jelentősen korrodált részről viszonylag kis nagyításban készült áttekinthető kép látható a 3. felvételen.

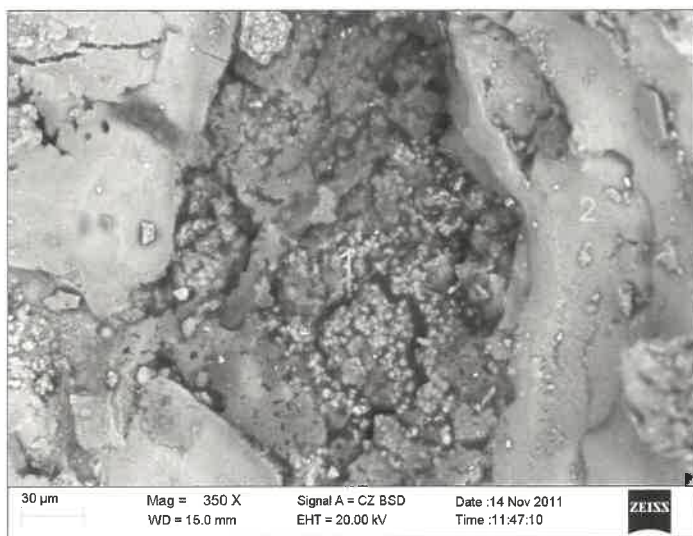
A 3. felvétel lényegesen összetettebb képet mutat, mint az 1. felvételen látható felület.

A felületen lévő négy jellemző korrozíós termékeket azonosításuk érdekében nagyobb nagyításban is vizsgáltuk. A 4. jelű felvételen látható 1-es, 2-es, 3-as és 4. jelű korrozíós terméket elektron mikroszondával elemeztük. A vizsgálatok eredményét a 2. táblázat tartalmazza.

A jelentős mértékben korrodálódott felület négy jellegzetes korrozíós termékének összetétele a 2. táblázatban látható



4. felvétel



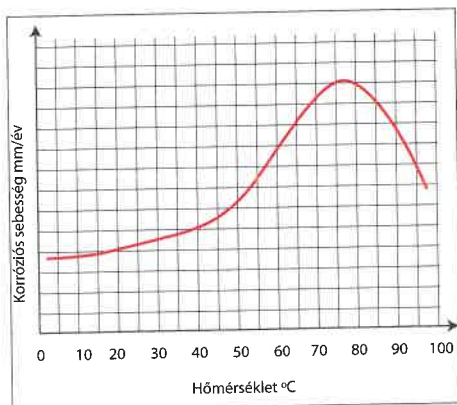
5. felvétel

Elem, atom %	1. pont	2. pont	3. pont	4. pont
C	67,2	48,0	44,8	83,2
O	14,3	30,7	30,6	8,3
Si	0,6	0,2		0,1
Mn	0,7	0,2	0,3	0,2
Fe	13,2	18,3	22,5	6,0
Cl	2,8	2,1	0,6	1,9
Ca			0,1	0,3
S	0,2	0,2	0,7	
egyéb	1,0	0,3	0,4	0

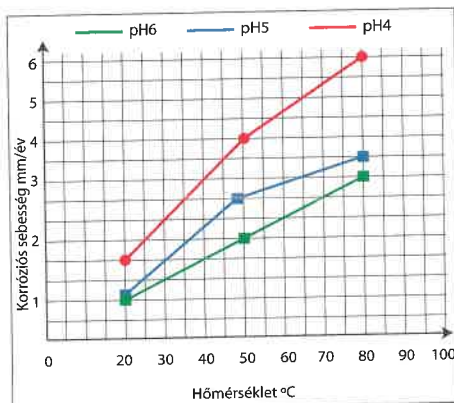
2. táblázat

A korrozíós termékek morfológiájának és vegyi összetételének pontosítása érdekében nagyobb nagyításban is vizsgáltuk a jellegzetes szerkezeteket. Az 5. felvételen az 1-es jelű korrozíós termék porózus szerkezetű, a mikroszondával megállapított összetételét a 3. táblázat tartalmazza. A porózus szerkezetű korrozíós termék jellegének azonosítása érdekében nagy nagyításban készült a 6. számú felvétel.

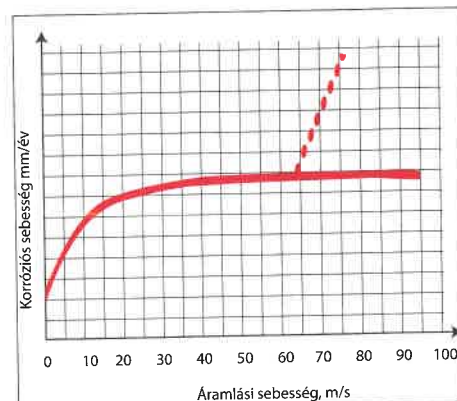
A jelentős mértékben korrodálódott felület porózus korrozíós termékének összetétele a 3. táblázatban található.



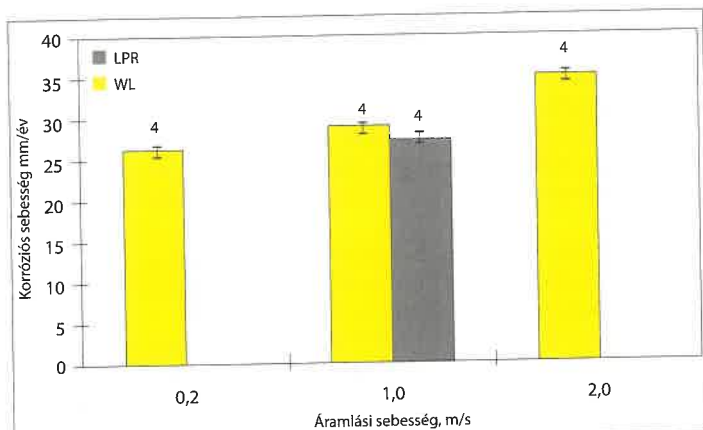
3. ábra



4. ábra

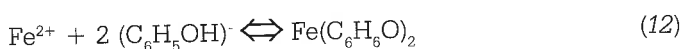


5. ábra



6. ábra

Az ecetsavhoz hasonló reakció játszódik le a vízben 20 °C-on 83 g/l mennyiségben oldódó karbonsavval a (12) reakció egyenlet szerint vas-fenolát képződése közben:



5. A mérési eredmények feldolgozása

A 4. pontban összefoglalt elméleti ismeretek alapján vélemény alakítható ki a vizsgált korrodált cső korróziós termékeiről.

A vegyületek azonosítását nehezíti egyrészt az a tény, hogy a mikroszondával a hidrogén nem mutatható ki, másrészt az, hogy az elektronsugár kb. azonos mélységben nyelődik el, mint a felületet takaró korróziós termék vastagsága, így nem csak közvetlenül a felületet, hanem az elektronsugár behatolási mélységével arányos anyagtérfogatban lévő vegyületekről ad információt.

Ezek figyelembe vételével a lefektetett vezeték felső részén elhelyezkedő, a csekély mértékben korrodált részről készült elemzések (1-es és 2-es pont) karbon/oxigén/vas aránya alapján a felületet vas-karbonát (FeCO_3) és vas-oxid (Fe_2O_3) borítja.

A lefektetett vezeték alsó részén elhelyezkedő, jelentősen korrodált részről készült 4. felvételen vizsgált pontok karbon/oxigén/vas aránya alapján az 1-es pontban vas-karbid és vas-acetát ($\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$) elegye, a 2-es pontban vas-karbid és vas-fenolát ($\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_2$) elegye, a 3-as pontban döntően vas-karbonát (FeCO_3), a 4-es pontban vas-fenolát ($\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_2$) tételezhető fel.

A lefektetett vezeték alsó részén elhelyezkedő, jelentősen korrodált részről készült 5. felvételen vizsgált pont karbon/

oxigén/vas aránya alapján az 1-es pontban porózus szerkezetű vas-fenolát és vas-karbonát ($\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_2-\text{FeCO}_3$) elegye tételezhető fel.

A 3-as fotó 1-es jellel azonosított területe lyukkorróziós nyomokat mutat. Ez vélhetően a gázfázis és a folyadékfázis határán helyezkedik el. Ennek okozója a NaCl-ből származó Cl^- ion.

A 4-es felvételen 2-es jellel azonosított területén, amely vélhetően a folyadékszint alatt helyezkedett el a melegen hengerelt cső perlit lemezeinek ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$) maradványai láthatók.

Összefoglalva: a csődarab korróziós maradványainak vizsgálata alapján megállapítható, hogy a folyadékkal nem érintkező felületen jól tapadó, a további korrózióval szemben ellenálló vas-oxid/vas-karbonát réteg alakult ki.

A gáz és folyadék fázis határán klorid ionok okozta lyukkorrózió figyelhető meg, míg a folyadék fázisban oldódó szerves savak, mint a szénsav, az ecetsav, a tejsav és a fenol jelentős korróziós károsítást okoztak a cső felületén.

6. Az üzemi körülmények hatása a korrózió sebességére

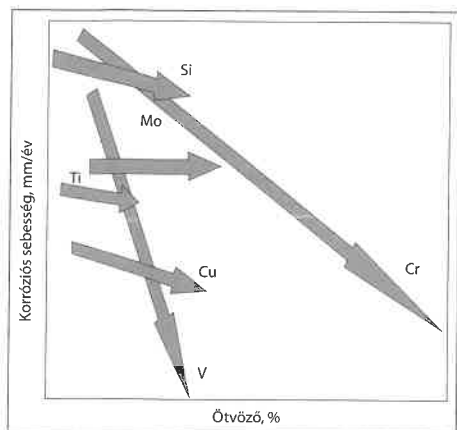
Változtatlan közegösszetétel esetén, mint az általában igaz, a hőmérséklet növekedésével a korrózió sebessége növekszik. A már hivatkozott előadásában A. Dugstad és munkatársai az acél korróziós sebessége és a hőmérséklet közötti sematikus kapcsolatra szénsavban telített víz esetére a 3. ábrán bemutatott kapcsolatot találták.

Ennek az általános jellegű kapcsolatnak a kísérleti igazolása látható a vas korróziós folyamata esetén a $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ rendszerben a 3. diagramban, illetve szerves savakat is tartalmazó $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ rendszerben az 2. ábrán.

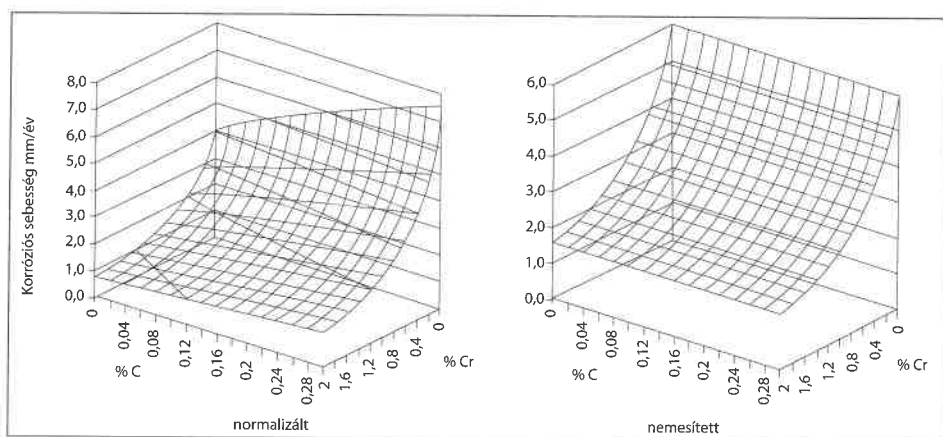
S. Nesic, J. Postlethwaite és S. Olsen a Corrosion c. lap 1996-os számának 280–284 oldalán megjelent cikkükben a finomszemcsés ötvöztelen acélcső (X65) korrózióját vizsgálták. A $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ rendszerben a CO_2 gáz parciális nyomása 1 bar volt, az áramlás sebessége 2 m/s, a víz NaCl tartalma 1% volt. A különböző pH-jú korrozív közeg esetén mért értékeket a 4. ábra mutatja be.

A közeg áramlási sebességének kevésbé kézenfekvő a hatása a korróziós sebességre. Ugyancsak A. Dugstad és munkatársai előadásában az acél korróziós sebessége és a közeg áramlási sebessége közötti sematikus kapcsolatra szénsavban telített víz esetére az 5. ábrán bemutatott kapcsolatot találták.

A már hivatkozott előadásában S. Wang és munkatársai számoltak be az acél korróziós sebessége és a közeg áramlási sebessége közötti kapcsolatról. A széleskörű vizsgálati



7. ábra



8. ábra

eredmények közül néhány mérési eredményt mutat be a 6. ábra. A CO_2 - H_2O rendszerben a CO_2 parciális nyomása 20 bar, a víz NaCl koncentrációja 1%, pH-ja 5 és a közeg hőmérséklete 60°C volt.

Összefoglalva: a feldolgozott irodalmi adatok alapján a CO_2 - H_2O -NaCl rendszerben az acélt erő korrózióra az üzemi körülmények komplex hatással vannak.

7. A korrózió sebessége és az acélminőségek közötti kapcsolat

A CO_2 - H_2O rendszerben csővezeték anyagként ferrit/perlites ötvözetlen és finomszemcsés szerkezeti acélokat, ferrites és ausztenites korrózióálló acélokat is alkalmaznak.

Ezekben a rendszerekben a vezetékek $10\ldots 90^\circ\text{C}$ hőmérséklet tartományban működnek, kiválasztásuknál alapvető szempont, hogy a csővezeték a fellépő $1\ldots 100$ bar nyomás okozta mechanikai igénybevételnek tartósan ellenállni legyen képes.

A kiválasztás második lényeges szempontja, hogy a vezeték tervezett élettartama alatt is képes legyen a korróziós károsodás ellenére is elfogadható biztonsággal a feladatának megfelelni. Ezért a csőanyag megválasztásának egy lényeges kérdése a szállított közeg összetétele (víz-, szerves anyag-, klór- és kéntartalma), a szállítás üzemi viszonyai (nyomása, hőmérséklete, áramlási sebessége, a károsodás esetén fellépő ipari baleset kockázata).

Rendelkezésre állnak olyan általánosítható ismeretek, amelyek helyes irányba befolyásolhatják a cső anyagának és vastagságának meghatározását.

A ferrit/perlites szövetszerkezetű ötvözetlen és finomszemcsés szerkezeti acélok korróziója során képződő pórusos szerkezet (4. felvételen az 1-es pont) elősegíti a védőréteget képező vas-karbonát (4. felvételen a 3-as pont) megtapadását. A 4.3 pontban összefoglalt elméleti ismeretek alapján elfogadható az a megállapítás, hogy a korrózió során visszamaradó cementit lemezek ugyan önmagukban elektrokémiai cellaként szerepelnek, de ugyanakkor mechanikai adszorpciós hatásuk révén hozzájárulnak a vas-karbonát védőréteg megtapadásához. A két hatás eredője az 1. ábrán bemutatott rétegek közötti megoszlás függvénye.

A ferrit/perlites szövetszerkezetű ötvözetlen és finomszemcsés szerkezeti acélokból lévő ötvözők hatását a korróziós sebességre Laethaisong a 7. ábra szerint foglalta össze:

A króm ötvöztetés korróziós sebességet csökkentő hatása annak köszönhető, hogy részben a vas-karbidokkal közös komplex- $[(\text{FeCr})_3\text{C}]$ részben önálló karbidot képezve $(\text{Cr}_7\text{C}_3$

vagy Cr_{23}C_6) ugyanazt a mechanikus „lehorgonyzó” hatást fejt ki mint a vas-karbid. A vas- és a króm karbidjai közötti lényeges különbség, hogy a króm karbidjai szigetelők, így szemben a felületen visszamaradó cementittel, amely katódként viselkedik, az elektronokat vezeti és a (9) egyenlet szerint elbomlik, ilyen korróziós hatás nem jelentkezik.

A ferrit/perlites szövetszerkezetű ötvözetlen és finomszemcsés szerkezeti acélok hőkezeltségi állapota is befolyásolja a korróziós sebességet a 8. ábra szerint.

A ferrites korrózióálló acélok korróziós sebességét mutatja be a VALLOUREC MANNESMANN gyártmány ismertetője alapján a 9. ábra $0,15\%$ -os klorid tartalom mellett a CO_2 parciális nyomása függvényében nagy, 180°C -os hőmérsékleten és a 32 bar parciális nyomású CO_2 rendszerénél a hőmérsékletének függvényében (10. ábra).

Összefoglalva: A vezetékben szállított közeghez és az ott érvényesülő üzemi viszonyokhoz szükségtelen az ausztenites szerkezetű korrózióálló acél és a csekély kénhidrogén (H_2S) koncentráció miatt a duplex szerkezetű korrózióálló acél alkalmazása is. Ha az üzemeltető döntése a korrózióálló acél mellett születik, akkor elegendő a ferrites korrózióálló acél alkalmazása.

Ha az üzemeltető ferrit/perlites szerkezetű acél mellett dönt, akkor célszerű, ha az acél normalizált hőkezeltségi állapotú.

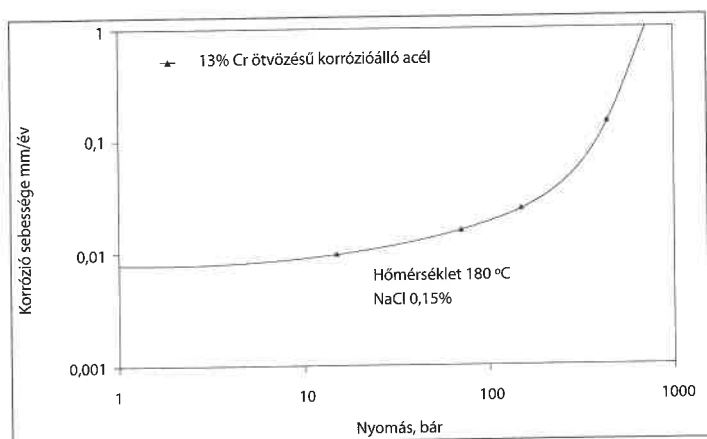
8. Összegzés

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy CO_2 gázt is tartalmazó ferrit/perlites szerkezetű acélcsőből készült földgázvezetékben a szállított közeg csak ott okoz érdemleges korróziós károsodást, ahol víz folyadék állapotban is jelen van. A víz forrása a kutakból nagy sebességgel elvezetett gáz által magával ragadott cseppek, illetve a gázban telített vízgőz. A vízben oldódik egyrészt a jelen lévő szén-dioxid valamint a számottevő mennyiségű szerves gáz, szénsavas illetve szerves savas oldatot létrehozva. Ez a savas közeg támadja meg az acélcsövet. Ha gázt kísérő vízben NaCl is jelen van, számolni kell a lyukkorrózió veszélyével.

A korrózió okozta váratlan meghibásodások elkerülésére érdekében többféle műszaki intézkedést lehet hozni, amelynek mérlegelése, közülük való választás(ok)hoz az üzemeltető rendelkezik a szükséges információkkal, így Ő hozhatja meg a számára gazdaságilag legelőnyösebb döntést.

A javasolt műszaki megoldásokat három csoportban lehet összefoglalni. Az első csoportban azok szerepelnek,

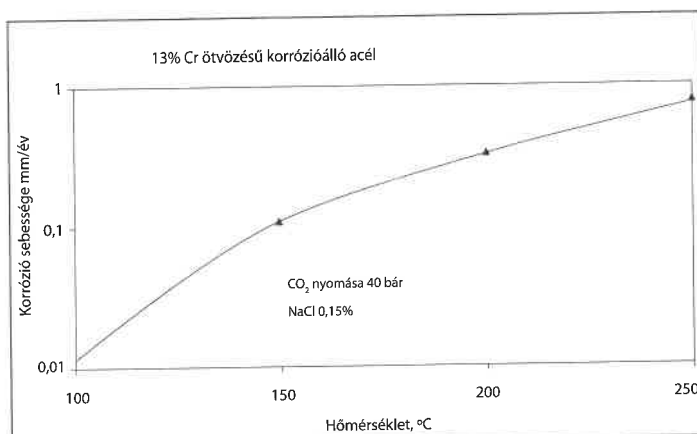
KUTATÁS



9. ábra

amelyek a csővezetékbe kerülő anyag víztartalmát mérsékelni lehetőleg úgy, hogy a vezeték végén se jelenjen meg folyadék.

- A folyadék megjelenése megakadályozható a vezetékbe kerülő anyag melegítésével.
- A folyadék megjelenése megakadályozható a vezetékbe kerülő anyagból a nedvesség leválasztásával.
- A folyadék mennyisége csökkenthető a közeg áramlási sebességének növelésével, mert rövidebb idő alatt jut el az anyag a kúttól a csővezeték végéig, így kevésbé hűl, továbbá a nagyobb sebességgel áramló gáz nagyobb valószínűséggel szállítja tovább a vízpermetet.



10. ábra

– A folyadék korróziós károsodása csökkenthető korróziós inhibitorok alkalmazásával.

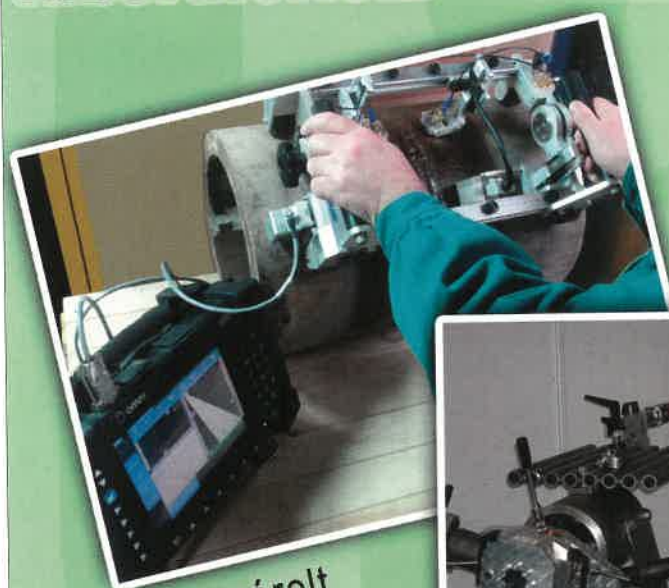
A javasolt műszaki megoldások második csoportja, amelynél a csővezeték anyagául a kondenzálódott folyadék korrózív hatásával szemben ellenálló acélt választanak. Ilyen anyag a ferrites korrózióálló acél pl. az L80 (API 5CT).

A műszaki megoldások harmadik csoportja, amelynél a csővezeték anyagául ferrit/perlites szövetszerkezetű ötvöztelen és finomszemcsés szerkezeti acélt választanak úgy, hogy a vezeték tervezett élettartamát figyelembe vevő évenkénti 0,6 mm-es korróziós pótlékot adnak a falvastagsághoz.

Dr. Komócsin Mihály ny. egyetemi docens

Független anyagvizsgáló laboratórium

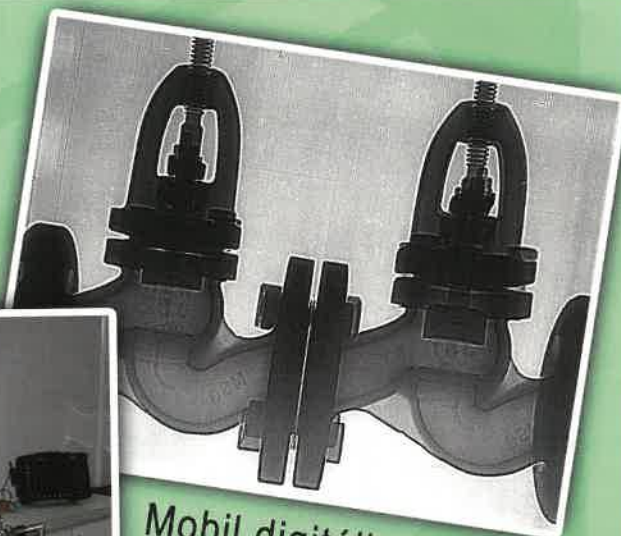
MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.



Fázis-vezérelt ultrahangos vizsgálat



Csővégmegmunkálók



Mobil digitális radiográfiai vizsgálat

3200 Gyöngyös, Jókai utca 55 | Telefon: +36.37.313.338 | Internet: www.matradiagnostika.hu

MAGNATECH

INTERNATIONAL B.V.

WWW.MAGNATECH-INTERNATIONAL.COM

Az Ön
„Teljes körű”
partnere az
**AUTOMATA
HEGESZ-
TÉSBEN**

Helyi képviselő | Magnatech International B.V., Branch office:
Solymár 2083 | Gorkij u. 9/b. | **Tel. és Fax:** +36 26 362 140
Mobil: +36 20 433 7646 | verebadrienn@t-online.hu

Magnatech

6

Magnatech

5

Magnatech

4

Magnatech

3

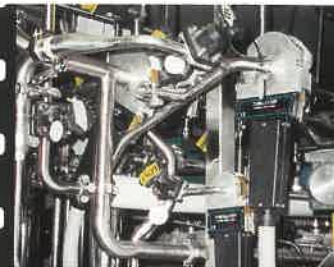
Magnatech

2

Magnatech

1

Magnatech



Érsek László*

Hidak és épületszerkezetek anyagai és azok hegesztése (I. rész)

Légköri korróziónak ellenálló acélok

Egy a közelmúltban megjelent nagyobb terjedelmű írásomban [1] áttekintést adtam a hídszerkezetek építésében hazánkban nem alkalmazott fém anyagokról (légköri korróziónak ellenálló acélok, duplex korrózióálló acélok, alumíniumötvözetek), emellett a nemfém alapú kompozit anyagok felhasználásának helyzetéről, ill. perspektivikus lehetőségeiről is.

Jelen tanulmány célja rövid áttekintést adni az egyik jelentős anyagcsoport, a légköri korróziónak ellenálló acélok tulajdonságairól, hegesztéstechnikai feldolgozásukról, ill. alkalmazásukról. A hídépítés mellett tágabb összefüggésekben tárgyalva a témát, bemutatva a rendkívül széles felhasználási lehetőségeket. Már csak azért is, mivel a 20. század huszas-harmincas éveinek próbálkozásai után az áttörést a hatvanas években először az épület-acélszerkezetek (irodaházak) jelentették. Csak ezt követően kezdődött meg a hidakhoz történő alkalmazásuk.

Mivel a hidaknál és a legtöbb szabadban üzemelő szerkezetnél a korrózió, ill. az ellene való védekezés jelenti a legnagyobb problémát, kézenfekvő a korrózióval szemben valamilyen módon ellenálló acélok alkalmazása az ilyen konstrukcióknál.

A légköri korróziónak ellenálló acélok tulajdonságai

A légköri korróziónak ellenálló acélok (a vonatkozó EN 10025-5 szabvány jelenleg hatályos kiadásában feltüntetett megnevezésekkel magyarul: *légkörinkorrózió-álló szerkezeti acélok*; angolul: *structural steels with improved atmospheric corrosion resistance*; németül: *wetterfeste Baustähle*; franciául: *aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique*) olyan acélok, amelyeket bizonyos ötvözőelemekkel – elsősorban rézzel, krómmal és foszforral – ötvöznek azzal a céllal, hogy megnöveljék a légköri korrózióval szembeni ellenállásukat a felületükön az időjárási viszonyok hatására képződő védő oxidréteg által.

Az „európai” angolban a *weathering steels* (időjárásálló acélok), míg az amerikaiak inkább az *uncoated weathering steels* (≈ festés nélküli időjárásálló acélok) elnevezés használatos. A német nyelvterületen túlnyomórészt a *wetterfeste Stähle* (időjárásálló acélok) terjedt el; de a különböző publikációkban sok esetben lehet találkozni a WT-Stähle alakkal is. Az egykori NDK is kifejlesztett ilyen acélminőségeket *korrosionsträge (KT) Stähle* ≈ korróziótürtő acélok elnevezéssel, ill. jelöléssel, lásd TGL 28192. De mindkét nyelvben esetenként előfordul a *weather resistant*, ill. a *wetterresistent* változat is. (Főleg olyankor, ha a hasz-

nált nyelv nem anyanyelve az adott dokumentum írójának.) Egy Bosznia-Hercegovinában pár éve megjelent angol nyelvű közleményben [17] pl. az áll, hogy Németországban ezek az acélok mint *wetterungsbeständige Stähle* ismertek; csak alátámasztva az előző zárójeltes megjegyzést.

Franciául az EN-szabvány szerinti – lehet, hogy szabatos, de meglehetősen hosszú – elnevezés helyett a köznyelv (de a szakirodalom is) az *acier patinable* (vagy néha az *acier autopatinable*) kifejezést használja; utóbbi utal a korróziós folyamat jellegére is.

Mivel a magyar nyelvű elnevezés is eléggé hosszú, így a továbbiakban általában a WT-acélok formát használom, az angolszász alkalmazásokban pedig inkább a Cor-Ten elnevezést.

A két világháború között az USA-ban kifejlesztett és alkalmazott időjárásálló acélok a gyártó cég által adott *Cor-Ten* márkanéven váltak ismertté. (Emellett a Corten és CORTEN formával is lehet találkozni.) A köznap nyelvhasználatban Corten-acéloknak is nevezik az acélok ezen típusát; de ez nem korrekt, mivel egy bizonyos gyártó cég konkrét termékéről – tehát a légköri korróziónak ellenálló acélok egyikéről – van szó. Az amerikai *United States Steel Corporation* (USS) szabadalmaztatta a márkanévet, amit azután az *International Steel Group*nak (jelenleg *ArcelorMittal S. A.*) adott el. Érdekes



1. kép. Cor-Ten acél felülete

módon az Arcelor cég nem ezen a néven, hanem saját márkanéven – Arcorox – forgalmazza ezeket az acélokat. COR-TEN A, ill. COR-TEN B elnevezéssel gyártja pl. a finn *Ruukki* és a *Thyssen-Krupp Stahl AG* a hagyományos légköri korróziónak ellenálló acéljait.

Ezen acélok felületén a fenti ötvöztetés hatására hosszabb idő alatt (1-3 év) olyan szulfátos, foszfátos, hidroxidos vegyületek képződnek, amelyek az oxidréteg felületi pórusait eltömítik és ezáltal kezdetben lassítják, majd megállítják a rozsdásodást, mivel meggátolják a nedvesség bejutását az acél mélyebb rétegeibe. Ez a folyamat lényegében a passzíválás. A passzívált felület kezdetben világossárga, majd a kialakult védőrozda színe sötétbarna lesz, lilás árnyalattal. Ennek vastagsága általában nem haladja meg a 0,3 mm-t [2]. Egy ilyen „stabilizálódott” acél felülete látható az 1. képen.

A műszaki gyakorlatban alkalmazott egyéb acélfajtákhoz hasonlóan ezen acélok gyártási követelményeinek, megmunkálásának, használatának is jól kidolgozott szabályzatrendszere van. Az EN 10025-5:2005 európai szabvány mellett irányelvek, ajánlások sokasága áll rendelkezésre, lásd az *Irodalomban*.

A jelenleg hatályos európai szabványt megelőzően a szintén európai státuszú EN 10155:1993 volt érvényben. (Magyar szabványként pár évvel később, 1998-ban lett csak bevezetve.)

A korábbi szabványra való hivatkozásnak azért van jelentősége, mivel a cikkben tárgyalt hidak nagy részét az EN 10155 szabvány alapján gyártott

Gyártó	Minőség	Márkanév	Megjegyzés
ArcelorMittal	S355J0WP	Indaten 355A	
	S355J2W	Indaten 355D	
	S355J2W	Arcorox 355	profilanyagok
Dillinger	S235J2W	Diweten 235	
	S355J2W	Diweten 355	
Ruukki		COR-TEN A	ASTM A 242 szerint
		COR-TEN B	ASTM A 588 szerint
		Optim 550W	ReH > 550 MPa; nem szabványos
		Optim 960W	ReH > 960 MPa; nem szabványos
Salzgitter	S235J2W	Allwesta 235	
	S355J2W	Allwesta 355	
SSAB		Docol 355W	ASTM A 588 szerint
		Docol 700W	ReH > 690 MPa; nem szabványos
		Domex 700W	ReH > 690 MPa; nem szabványos
ThyssenKrupp		COR-TEN A	ASTM A 242 szerint
		COR-TEN B	ASTM A 588 szerint
VOEST Linz	S235J2W	nincs	
	S355K2W	nincs	KV = 40 J / -20 oC

1. táblázat: Időjárásálló acélok választéka

acélokból tervezték, kiviteleztek; míg az európai szabályozás bevezetését megelőzően az adott ország nemzeti szabványainak, ill. egyéb előírásainak figyelembevételével. E sokszínű szabályozás is lehet talán az egyik oka a számos márkanevnek, amelyen az egyes országok gyártói termékeiket kereskedelmi forgalomba hozták. Közülük csak néhányat említve: *CoralDur*, *Dillicor*, *Koralpin*, *Patinax*, *Resista*. Többségüknél már a szabadalmi oltalom is lejárt; ennek ellenére számos hegesztőanyag-katalógusban ezek az elnevezések találhatók.

A nagy európai alapanyaggyártók (Arcelor, Dillinger, Ruukki, Salzgitter, SSAB, ThyssenKrupp, VOEST) kínálatában szerepelnek ezek az acélminőségek. A kereskedelmi forgalomban kapható minőségekről az. 1. táblázat ad áttekintést.

Hazánkban a *Dunafer* gyárt ilyen acélokat D-COR-TEN 410, ill. D-COR-TEN 510 márkaneven, a DASZ 210:2006 szabvány alapján. A változatlanság kedvéért – a régi európai gyakorlatnak megfelelően – itt a szám a szakítószilárdság alsó határát jelenti. A 410 MPa min. folyáshatár az Európában nem igazán járatos 275 MPa min. folyáshatárnak felel meg, az $R_m = 510$ MPa érték a szokásos 355 MPa folyáshatár-értéknek.

A szerkezetépítésben használatos légköri korrózióknak ellenálló acélokat általában kétféle folyáshatárral gyártják: $R_{eH} = 235$ MPa, ill. 355 MPa. Az ütő-

munkát 0, ill. -20 °C-on szavatolják. Az egyéb mechanikai tulajdonságok (statikus anyagjellemzők) megegyeznek a megfelelő szilárdsági kategóriájú ötvöztelen acélokra előírt követelményekkel.

A svéd SSAB cég kínálatában 700 MPa folyáshatár-kategóriájú acélok is szerepelnek (DOMEX 700W, ill. DOCOL 700W). A finn Ruukki pedig 2010-ben egy 960 MPa szilárdsági kategóriájú WT-acéllal is megjelent. A kisebb szilárdságú változatról (Optim 550W jelöléssel) a napokban jelentek meg az első információk. A finn cég így reagál a légköri korrózióknak ellenálló acélok piacán az utóbbi években tapasztalható restrikcióna: a fokozott időjárásállóság mellett egyszerre növelt folyáshatár is!

Az Amerikai Egyesült Államokban az „eredeti” légköri korrózióálló acél az A 242 jelölést (ami a „COR-TEN A” minőségnek felel meg) kapta az ASTM-től. Az újabb ASTM-fokozatok az A 588 („COR-TEN B”) és az A 606 vékony lemezekre.

Napjainkban az AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) M 270 specifikációja – összhangban az ASTM A 709 előírásával – határozza meg a hídépítés területén használható acélminőségeket. (Összesen kilenc minőség, négy szilárdsági kategóriában, normalizált vagy TM-hengerelt kivitelben; a többségük időjárásálló acél). Az ilyen acélok új generációja – erre utal a HPS

= high performance steel prefixum –, magasabb folyáshatárral, nagyobb szilárdsággal és jobb atmoszférikus korrózióállósággal rendelkezik, mint elődei.

Az AASHTO M 270 2011. januári kiadásában az acélok szilárdsági jellemzői – min. folyáshatárai – már az Európában általánosnak tekinthető metrikus mértékegységekben ($N/mm^2 = MPa$) vannak megadva. (Zárójelben természetesen az USA-ban korábban megszokott jelölés – a ksi-ben megadott minimális folyáshatár – is szerepel.) A hídépítéshez alkalmazható időjárásálló acélminőségek: 345W (50W), HPS 345W (HPS 50W), HPS 485W (HPS 70W) és HPS 690W (HPS 100W). Mint látható, a trend egyre inkább a növelt folyáshatárok irányába tolódik el.

A HPS 485W minőség TM-hengerelt kivitelben – hasonlóan a dunaújvárosi Pentele-híddal kapcsolatban szerzett tapasztalatainkkal – előmelegítés és a közbelső hőmérséklet ellenőrzése nélkül hegeszthető. A szabályzat szerinti legnagyobb szilárdsági kategóriájú (690-es) acélok beépítéséhez jelenleg még előzetes hatósági engedély szükséges. A szabályzat kimondottan a HPS-minőségeket ajánlja a beruházások döntéshozóinak. Egyébként a *hibrid*-alkalmazásokat javasolják, melynek során különböző szilárdsági kategóriájú acélokat alkalmaznak egy szerkezeten belül.

Japánban is a WT-hidak az 1960-as évek közepétől gyakorlatilag az ezredfordulóig a JIS 3114 nemzeti szabvány szerinti acélokból épültek. Vegyi összetételüket tekintve ezek a US Steel Corporation által az 1930-as években kifejlesztett és kereskedelmi forgalomba hozott „klasszikus” WT-acéloknak felelnek meg. Jellemző összetételük a releváns ötvözőkre vonatkozóan: Cu = 0,3-0,5%, Ni = 0,05-0,3% és Cr = 0,45-0,75%.

Ezek az acélok azonban csak akkor alkalmazhatók, ha a sópára-lerakódás mértéke nem haladja meg a 0,05 mg/100 cm²/nap értéket. Ez a feltétel Japánban csak a tengerparttól min. 20 km távolságban teljesül. A szinte minden országban jelentkező hasonló problémák miatt intenzív fejlesztőmunka folyik a nagyobb pára- és só-tartalmú atmoszférában is megfelelő ellenállóképességű acélok területén. Ezek az acélok 3% Ni-tartalom mellett Cr-ot gyakorlatilag nem tartalmaznak. (Cu-tartalmuk a hagyományos Cor-Ten acélok alsó határán, 0,3% körül van.)

A régiós, ill. a vezető ipari országok nemzeti szabályozása mellett léteznek nemzetközi szabványok is a légköri

korroziónak ellenálló acélok, ill. a belőlük készült féltermékek területén. A tárgyunk szempontjából a két legfontosabb előírás az ISO 4952, ill. 5952. Előbbi az ilyen acélok vegyi összetételét, mechanikai tulajdonságait, jelölését stb. ismerteti, míg utóbbi az ilyen anyagú melegen hengerelt termékekkel szembeni követelményeket.

A fáradási tulajdonságokról: Dinamikus igénybevétel esetén az alkatrész felületi minőségének is szerepe van a fáradási szilárdságra: a teljesen sima felületek adják a legmagasabb értékeket. Időjárásálló acéloknál egy idő után a rozsdá okozta bemarkorodások mutatkoznak. Ezeknek a bemarkorodásoknak azonban a szokásos konstrukcióknál alig van jelentősége, mivel a hegesztett szerkezetekben óhatatlanul fellépő bemetszések (főleg szegélybevégek) megengedett értékei is jelentősen nagyobbak, mint ezek a bemarkorodások.

Alkalmazási feltételek, tervezési alapelvek

A WT-acélok fentebb említett speciális tulajdonsága – a légköri korrózióval szembeni fokozott ellenállás, ill. a korróziós folyamat stabilizálódása – csak bizonyos feltételek esetén jön létre.

A különböző előírások, ajánlások – pl. az USA Közlekedési Minisztériuma által kiadott dokumentum (Technical Advisory 5140.22) vagy az MB 434 – felsorolják az alkalmazás feltételeit, vagyis hogy mely esetekben nem alkalmazhatók az időjárásálló acélok:

- elkerülhetetlenül hosszabb nedves periódusok esetén (mivel a védőréteg megmaradásának előfeltétele a száraz és nedves időszakok periodikus váltakozása)
- folyamatosan víz hatásának kitett vagy víz alatt levő szerkezetekben (pl. vízepítési acélszerkezetek)
- tenger közelében (1 km távolságon belül)
- kéndioxid- és klorid-tartalmú ipari környezetekben
- zárt terekben, üregekben
- vékonyfalú ($t < 3$ mm) szerkezetekhez.

Néhány konstrukciós szabály:

- a felülről nyitott profilokat és minden olyan kialakítást kerülni, ahol csapadék és szennyeződés gyűlhet össze;
- belső terekben, üregekben gondoskodni a felgyülemlett folyadék elvezetésének lehetőségéről (a víztelenítő

cső anyaga nem lehet időjárásálló acél)

- a hegesztett kötések előnyben kell részesíteni a csavarozottakkal szemben.

Az ilyen kimondottan műszaki jellegű előírások mellett hidakra vonatkozóan olyan gyakorlatias „jótanácsok” is megfogalmazódtak, hogy lehetőleg ne tervezzenek WT-anyagú hidakat olyan helyekre, ahol a hídpálya alatt jelentős gyalogos-, ill. gépjárműforgalomra lehet számítani. Az óhatatlanul lecseppenő rozsdatartalmú víz ui. mind a járókelőket, mind a járműveket szennyezheti (utóbbiaknál főleg hosszabb időtartamú parkolás esetén).

A tervezés-kivitelezés alapjául szolgálhatnak a részben már említett különböző előírások, ajánlások. A szakszerű tervezés első lépéseként minden esetben meg kell határozni a klimatikus viszonyokat a szerkezet besorolásához, ami azután alapul szolgál az anyagválasztáshoz, ill. az esetleges korróziós pótlék mértékéhez. A DAST 007 irányelv a tervezett élettartamtól függően (30 év alatt vagy azt meghaladó időtartamra) 3 terhelési fokozatot különböztet meg: erős, közepes, enyhe és ezektől függően írja elő az alkalmazandó vastagsági pótlékot. Azonban ez a felosztás nem eléggé finom, így a gyakorlati tervezőmunka során inkább a korrózióvédelem területén alapdokumentumként tekintett EN ISO 12944 szabványsorozat 2. részében található felosztást veszik alapul a környezetek osztályozására. Ez 5 csoportot különböztet meg: C1÷C5. A legnagyobb korróziós igénybevételt jelentő C5 csoportban különbséget tesz ipari (C5-I) és tengeri (C5-M) atmoszféra között.

A hosszantartó és alapos vizsgálatokat követően – azoknak mintegy összefoglalásaként – 1993-ban átdolgozásra került a DAST 007 irányelv és kiegészült egy fontos függeléssel: „Korrosionsschutz-gerechtes Gestalten von Bauten aus wetterfestem Stahl” (Időjárásálló acélból készült építmények korrózióvédelmi szempontból helyes kialakítása). Erre nagy szükség volt, mivel a korróziós problémák többsége a speciális konstrukciós szempontok figyelmen kívül hagyásából adódott.

Az időjárásálló acélok hegesztése

A 355 MPa folyáshatárú acélokat különböző C-, ill. P-tartalommal gyártják. A jelölésben a W betű utal a

légköri korrózióval szembeni fokozott ellenálló képességre, míg a P kiegészítő jelölés a növelt foszfor-tartalmat mutatja. (Megjegyzendő, hogy a német *Bauregelliste A* a növelt P-tartalmú acélokat nem tartalmazza, vagyis alkalmazásuk az építés-felülyelet hatálya alá eső területeken nem engedélyezett.)

Az adagelemzés szerinti legnagyobb megengedett karbonegyenérték (CEV) minden termékvastagság esetén az S235 acélminőségre 0,44%, az S355-re 0,52%. (A CEV számítása az IIW – a Nemzetközi Hegesztési Intézet – által javasolt képlet alapján történik.) Ez a jellemző a *hegeszthetőség* (beedződés) szempontjából fontos. Ezek az értékek a kismértékű Cu-, ill. Cr-ötvöztetés követében valamivel magasabbak, mint a szabványsorozat 2. része szerinti ötvöztetetlen acéloknál.

A hegeszthetőséggel, ill. a hegesztés kivitelezésével kapcsolatos alapvető tájékoztatást a szabvány *D melléklete* is tartalmaz. Egyéb kérdésekben a ferrites acélok hegesztésére vonatkozó MSZ EN 1011-2 előírásai az irányadók. Hegesztésükhöz a gyártó üzemnek a megfelelő szilárdsági kategóriájú ötvöztetetlen acélokra érvényes DIN 18800-7 szerinti tanúsítás meglete esetén annak kiterjesztése nem szükséges.

A WT-acélok hegesztéséhez a nagy hegesztőanyag-gyártók kínálatában szerepelnek megfelelő hozaganyagok a járatos hegesztőeljárásokhoz. A leginkább használatos 235, ill. 355 folyáshatárú acélokhöz a 2. táblázatban láthatók a megfelelő hegesztőanyagok. A táblázatból kitűnik, hogy portöltéses huzalok is rendelkezésre állnak. A LINCOLN palettáján utóbbiak önvédő (védőgáz alkalmazása nélküli) változata is megtalálható. Továbbá a legnagyobb gyártók – pl. az ESAB, a LINCOLN és az Air Liquide (Oerlikon) – katalógusai fedett ívű hegesztéshez is tartalmaznak hozaganyagokat. Természetesen a nagyobb szilárdságú acélok hegesztésére alkalmas hegesztőanyagok fejlesztése is „folyamatban van”.

Hegesztésükhöz általában az alapanyagnak megfelelő vegyi összetételű és mechanikai tulajdonságú hozaganyagokat használnak. Ettől az „ököl-szabálytól” két esetben lehet eltérni: egyrétegű tompa- és sarokvarratok esetén, mivel a hegesztőanyag kismértékű hígulása esetén az így létrejött hegesztett kötés korrózióállósága számottevően nem csökken, viszont színeltérés adódhat mind a hegesztést követően, mind a korróziós folyamat „beállása”

	111	135	136	121
BÖHLER	Böhler FOX NiCuCr	Böhler NiCu 1-IG		
CARBOWELD	CARBO Corten	CARBO S-CORTEN		
ESAB	OK 73.08	OK Aristorod 13.26	FILARC PZ 6112	OK 13.36 / OK Flux 10.71
LINCOLN	Conarc 55 CT	LNM 28	Outershield 500CT-H	LNS 163 / 960
OERLIKON	TENCORD Kb	Carbofil NiCu	Fluxofil 48 Fluxofil 48M Fluxofil 18 HD	OE-S2NiCu / OP 121TT Fluxocord 48 / OP 41TT
THYSSEN	SH Patinax Kb	Union Patinax		

2. táblázat: Hegesztőanyagok választéka időjárásálló acélokhoz

folyamán. A másik a többrétegű varratok esete, ahol a drágább időjárásálló hozaganyaggal való takarékoskodás érdekében csak a korróziós hatásnak kitett takaróréteget készítik ebből.

Hegesztésük közben, ill. azt követően nem szoktak problémák fellépni. Az ESAB hegesztési hozaganyagokat tartalmazó ismertetője [pl. www.esab.de/Produkte/Schweisszusätze/OK_HandbuchOnline/AbschnittC_WetterfesteStähle/2012-08-21] azonban egy érdekes jelenségre hívja fel a figyelmet. Az időjárásálló acélok hegesztésekor egy finom *repedésképződés* léphet fel a hőhatásövezet területén. A melegrepedések egy fajtájáról van szó, amelyet egy alacsonyan olvadó Cu-Fe vegyület hoz létre az alapanyag felületén. Az így képződött 10–20 mm széles fedőréteget könnyen – pl. köszörüléssel – el lehet távolítani.

Ennek a jelenségnek a lehetőségére – itt kimondottan a fedett ív hegesztésre utalva – hívja fel a figyelmet dr. BÖDÖK Károly, az acélok korróziójával és hegeszthetőségével foglalkozó átfogó művében [3]. (A magyar viszonyokat figyelembe véve, ezen acélok hazai alkalmazásának megfelelő „súlyozó tényezővel”, csak néhány oldalon. Ennek ellenére egy nagyon jó összefoglalását adja a témának.)

A WT-acélok hegesztéséhez az ipari gyakorlat által ismert – és a hasonló szilárdsági kategóriájú ötvöztelen acélokánál alkalmazott – minden ömlesztő hegesztési eljárás használható: napjainkban elsősorban a fagyóelektródás aktív védőgázos ívhegesztés (tömör és portöltéses huzalokkal egyaránt), kisebb mértékben a bevont elektródás kézi ívhegesztés és – ahol ehhez a feltételek adóttak – a fedett ívű hegesztés is. (Hasonlóan a hídépítéshez, a gyártás és a szerelés területén egyaránt.)

De mivel nagy volumenben építenek öszvér-szerkezetű hidakat is, így ezeknél

a csaphegesztés is alkalmazást nyer. Erről [5]-ben olvashatunk, méghozzá egy – a Deutsche Bahn részére készült – vasúti híddal kapcsolatban. [15] egy holland közúti alkalmazásról számol be.

Az USA-ban az irányadó előírás a hídépítés területén az ANSI/AASHTO/AWS által kiadott *Bridge Welding Code* 1.5. A BWC előzetes minősítés esetén négy villamos hegesztési eljárást fogad el (az ott használatos – de szakmai körökben közismert – rövidítésekkel): SMAW, SAW, GMAW és FCAW. Utóbbi kettő csak a vezető szerkezeti mérnök (főkonstruktor) írásos jóváhagyása esetén alkalmazható. Az elektrogázos és elektro-salakos eljárások nem megengedettek, az esetleges szívóssági problémák miatt. (A keskeny réses elektrogáz-hegesztés egyedi engedély esetén használható.)

A hegesztés rokoneljárásai
(Csavarozás, szegecselés, ragasztás)
Ezekkel a kötési lehetőségekkel a szakirodalom meglehetősen keveset foglalkozik, így az ismertetést az egyetlen számomra hozzáférhető publikáció [8] alapján teszem.

A csavarozáshoz, szegecseléshez szolgáló kötőelemek lehetőleg WT-acélból legyenek a helyi elektrokémiai elemek képződésének elkerülése érdekében. Időjárásálló kötőelemek helyett horganyzottak is használhatók. Utóbbiaknál azonban figyelembe kell venni, hogy különböző horganyzási eljárások vannak. Galvanikusan horganyzott csavarkötések elemeinél a cinkréteg vastagsága lényegesen kisebb, mint a tűzihorganyzott kötőelemeknél. Ezekre a problémákra hívja fel a figyelmet az MSZ EN 10025-5:2005 *D melléklete* is, amely szerint „a felhasználandó szegecses és csavarok kiválasztására megfelelő elővigyázatosági intézkedéseket kell tenni”.

A ragasztásra vonatkozóan ugyanazok a szabályok érvényesek, mint a

normál C-acélokra. Ugyanazon egy-, ill. kétkomponenses ragasztóanyagok használhatók. Legkedvezőbbnek az epoxigyanta-alapú ragasztóanyagok mutatkoznak.

A WT-acélok vegyi összetételük alapján nagyobb koptatószilárdságot mutatnak, mint az azonos szilárdságú többi szerkezeti acél. Kísérletek alapján kimutatták, hogy a WT-acélok a hasonló szerkezeti acélokkal szemben – függetlenül a mindenkori szemcsés anyagtól –, kisebb kopási veszteséget mutatnak.

Bevonatolás, festés

A WT-acélok csak kivételes esetekben igényelnek védőbevonatot. Amennyiben mégis – esztétikai vagy egyéb okokból – valamilyen védőréteget kell(ene) felvinni, akkor a bevonat kb. kétszeres élettartamával lehet számolni. A hibahelyek és pórusok ugyanis ugyanúgy egy szilárdan tapadó takaróréteget képeznek, ami a bevonat „alázódásodását” gyakorlatilag megakadályozza. Egy vizsgálatosorozat során egy-egy WT-acélból és egy ötvöztelen acélból készült homokszórt csíkokon egy rozsdagátló alapozót vittek fel. Egy hegyes tűvel való kereszt alakú bekarcolások után ezeket a darabokat az időjárás hatásának tették ki. Már viszonylag rövid idő után a bevonat az ötvöztelen anyagú próbatesteken szinte teljesen tönkrement. WT-acélnál ezeknél a keresztirányú bemetszéses próbákban – ami a rozsdásodási jelenségek vizsgálatának egy meglehetősen erőteljes változatát jelent –, nem lehetett károsodást megállapítani.

Speciálisan a WT-acélokhoz kifejlesztett lakkok alkalmazásakor az is lehetséges, hogy a szilárdan tapadó rozsdaréteg előzetes eltávolítása nélkül vonják be az alkatrészt. Elegendő a rozsdásodott részeket megszáritani vagy kevés vízzel és kefével a szennye-



6. kép. 450 tonnás belvízi kikötői daru
– Oberhausen / Németország



7. kép. 56-os emlékmű – Budapest, Városliget

(időrendi sorrendben): *Ganz-sípek* (2001; Millenáris Park, az egykori Ganz Villamosági Művek, később Ganz-Ansaldo területén); *56-os emlékmű*, 7. kép (2006; jelenleg 56-osok tere, a korábbi Felvonulási tér); *Fejek* (2009; az egyik nagy távközlési cég épületeit övező parkban, Törökbálint); *Katyn-emlékmű*, 8. kép (2011; Nagyszombat utca, a Táborvárosi Amfiteátrum közelében).

Az említett alkotások a *minimal art*, ill. a *land art* művészeti kategóriákba sorolhatók. Értékelésük sem tartalmi, sem terjedelmi okokból nem lehet tárgya egy szakmai folyóiratban megjelent írásnak. A téma iránt mélyebben érdeklődők az *Internetről* kaphatnak további részleteket (pl. a művészek által alkalmazott szimbolikáról).

A különböző fém-megmunkálási technológiákat is „tetten érhetjük” a kompozíciókon: egyes esetekben csak a darabolást (méretrevágást), de többen a lángvágás, ill. a hegesztés alkalmazását is. (Pl. a *Fejek* és a *Katyn-emlékmű* lemezanyagán látható alakzatok kialakításához CNC-programozású lángvágó berendezések voltak szükségesek.)

E rövid tárgyi és időbeli kitérő után térjünk vissza az időjárásálló acélok hőskorába!

A kezdeti eufória után a múlt század hetvenes éveinek végén, ill. a nyolcvanas évek kezdetén egy *Stillstand* következett szinte minden területen a légköri korrózióálló acélok felhasználását illetően.

A visszaesés, ill. elbizonytalanodás okai között több tényező is említhető: így a vártnál nagyobb mértékű – és nem egyenletes eloszlású – korrózió, kétségek a fáradási szilárdsággal szemben, esztétikai kifogások. Fentiek következtében Németországban alkalmazásukat „csak egyedi esetekben, külön jóváhagyással” engedélyezték. Ezt még a DAST 007 irányelv 1979-es kiadásában is rögzítették.



8. kép. Katyn emlékmű – Budapest, Nagyszombat utca

Az említett dokumentum továbbá elrendelte vastagsági pótlékok alkalmazását a tervezésnél és kontrollmérések végzését a meglévő híd-szerkezeteknél.

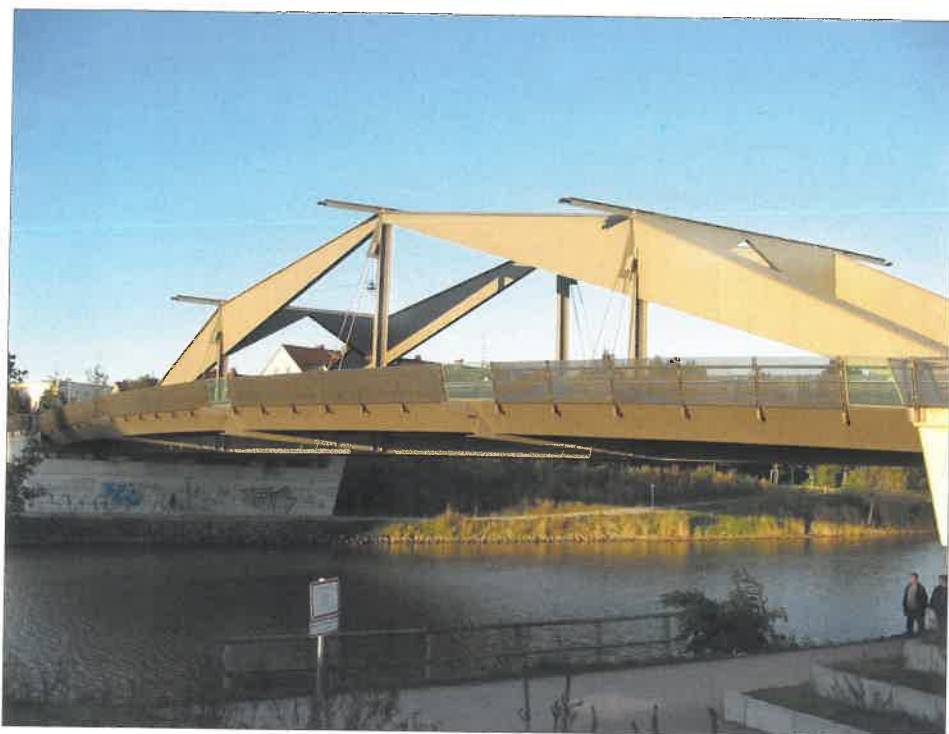
A hosszantartó és alapos vizsgálatokat követően – annak mintegy összefoglalásaként – 1993-ban átdolgozásra került a DAST 007 irányelv és kiegészült egy fontos függelékkal: *Korrosionsschutz-gerechtes Gestalten von Bauten aus wetterfestem Stahl* (Időjárásálló acélból készült építmények korrózióvédelmi szempontból helyes kialakítása). Erre nagy szükség volt, mivel a korróziós problémák többsége a speciális konstrukciós szempontok figyelmen kívül hagyásából adódott.

A légköri korrózió ellenálló acélok alkalmazása folyamatosan napirenden van: pl. az IIW 1996-ban Budapesten rendezett éves konferenciáján az ECCS (European Convention for Constructional Steelwork) akkori főtítokára által tartott előadás keretében a hídépítési szerkezetek anyagaként a

növelt folyáshatárú acélok mellett az időjárásálló acélok is említésre kerültek egy bekezdés erejéig [16].

Németországban a *Bundesanstalt für Strassenwesen* (a szövetségi utügyi hatóság) egy 2004-ben kiadott összefoglaló jelentésében [B45] külön vizsgálta a WT-anyagú hidak állagát. A tanulmány vizsgálatai, ill. megállapításai „mindkét” Németországra kiterjedtek. Legfőbb megállapítása, hogy az észlelt hibák nem a helytelen kivitelezésből, hanem a vonatkozó előírások, ajánlások be nem tartásából adódtak.

Észak-Amerikában egészen más volt az európai visszaesés alatt az attitűd és ebből adódóan a felhasználás volumene is: Kanadában pl. az acélhidak 80–90%-a időjárásálló acélból épült és az USA-ban is az összarány a hídépítésben közel 15%-ot tett ki [7]. Nem hallgatható azonban el, hogy itt érezhető volt némi hanyatlás. Kloridok okozta korróziós problémák miatt *Michigan* állam utügyi hatósága egy motoratóriumot adott ki, amely átmenetileg



9. kép. Eulenkamp-Brücke – Mittellandkanal / Németország

felfüggesztette alkalmazásukat, idézi [6]. Az AISI (American Iron and Steel Institut) 1980-ban egy hosszabb időtartamú projektet kezdeményezett ezen acélok vizsgálatára különböző szerkezetekben (kiemelten 52 autópálya-híd) és környezeti feltételek esetén.

A második fázis keretében a karbantartás helyzetét vizsgálták, majd az 1993-ban kezdődő harmadik fázisban az 1980-ban felmért hidak utóellenőrzését végezték, kiegészítve további 13 hiddal.

A fejlődés azóta is töretlen: az USA-ban a hídépítés területén elsődlegesen alkalmazott szerkezeti anyag az időjárásálló acél; egy nemrég megjelent tanulmány szerint [20] közel 45%.

Alkalmazások – Európai kitekintés

Nagy-Britanniában 1968 óta több mint száz, Finnországban mintegy 70 közúti híd készült időjárásálló acélból. De még olyan viszonylag kis országokban – mint pl. Hollandia, Luxemburg és Svájc – is nagy számban épültek ilyen hidak. A Németországban ezen időszakban időjárásálló acélból készült hidak száma közel hetvenre tehető [6].

Németország

Az első időjárásálló acélból készült híd egy gyalogos – de egy sávon személygépkocsival is járható – felüljáró volt a Majna felett *Neustadt am Main*

és *Erlach* között [6]. 1970–71-ben épült.

A nagy „boom” a múlt század hetvenes éveinek közepén következett be. 1973 és 1978 között egyedül a *Mittellandkanal*-on (MLK) 35 híd építettek teljesen vagy részben időjárásálló acélból [9]. (A csatorna teljes hosszán egyébként 480 híd található.) Az *Elba-Seitenkanal*-nál (ESK) három ilyen anyagú híd létesítettek.

Nagyon különböző méretű és terhelhetőségű hidakról van szó; az önsúlyok ennek megfelelően 100 és 700 tonna között változnak. A fenti 35 hídból az MLK-n 15 teljesen időjárásálló acélból álló híd építettek, míg a többi húsznál ennek aránya az össz-súlyban 50 és 75% között mozgott. Mind a két járatos szilárdsági kategóriájú acélt alkalmazták. Szerkezeti kivitelüket tekintve 25 a felsőpályás hidak közé tartozott. Ebből 20 ívhíd volt és 5 gerendahíd. A pályák többnyire orthotrop lemezként voltak kialakítva, csupán két híd volt öszvér szerkezetű [9]. Egy érdekes formájú híd a Hannover környéki szakasról – az Eulenkamp-Brücke – a 9. képen látható.

Ezek után nézzük néhány jellemző alkotás részletesebb leírását az MB 434 alapján!

Rüschebrinkbrücke – Dortmund

A Brackelerstrasse feletti híd egyike a legrégebbi, időjárásálló acélból készült hidaknak Németországban. Az 1970-

71-ben épült 4 nyílású (4×55 m) híd többek között egy kitérő utat, egy patakot és egy vasúti vágányt ível át. A szerelési illesztések kivételével hegesztett kivitelű.

Híd egy kikötői öböl felett

– Wanne-Eickel

A hidat 1974-ben a privát Wanne-Herner Eisenbahn und Hafen GmbH részére építették. A hajóforgalomnak egy belvízi – Duisburg térségében levő – kikötői öböl fölötti zavartalan biztosítása céljából készült.

A hidat 1998-ban üzemben kívül helyezték. (De nem a híd anyagával kapcsolatos problémák miatt, hanem, mivel a kikötői öblöt lezárták és így a híd is feleslegessé vált.) A híd nagyon jól bevált, a szakma is pozitívan ítélte meg: konstrukciós kialakítása során sikerült elkerülni a sok esetben tapasztalt „gyermekbetegségeket”, így példaként szolgálhat a továbbiakban épülő létesítményekhez.

Néhány adat a híd méreteiről: fesztávja 71 m; magassága 7 m; szélessége 11,2 m. A főtartók szekrényes, a pályalemezek orthotrop szerkezetűek. Valamennyi kötés hegesztéssel készült.

Seerheinbrücke (Seerheinsteg)

– Konstanz/Németország

Az építető Konstanz város előljáróságának az volt a kívánsága, hogy „a híd üzemeltetése során kevés nehézség lépjen fel”. Továbbá sem az építés, sem a későbbi fenntartás során nem lehetett a *Seerhein* vizét szennyezni. (A festéssel történő hagyományos felületvédelmet tehát nem lehetett alkalmazni.). Az 1991-ben készült felsőpályás gyalogoshíd időjárásálló acélananyagával az összes feltételt teljesítette. A szerkezet kialakítása során a konstruktőrök esélyt sem adtak bármilyen csapadék összegyűlésére sem kívül, sem belül.

A szekrényes főtartó ívelt és három nyílást fog át 46,7 + 70 + 46,7 m-es fesztávokkal, 10. kép.

Gyalogoshidak Potsdamban

A 2001. évi BUGA (Bundesgartenschau = Szövetségi Virágkiállítás) alkalmából egy egykori katonai gyakorló területet egyfajta új „népligetté” kellett átalakítani. Ennek során többek között egy 7 m magas mesterséges földszancot (amelyet a hadsereg hagyott hátra) is be kellett vonni az új építészeti koncepcióba. A pályázatot elnyert építész-csoport ezt a sáncrendszert különféle rámpákkal és összesen 8 hiddal kötötte össze.



10. kép. Seerheinbrücke
– Konstanz / Németország



11. kép. Dala Brücke
– Leuk / Svájc



12. kép. Viaduc des Vaux
– Yverdon les Bains / Svájc

A rámpákat, ill. a híd tartószerkezetét időjárásálló acélból készítették. A főtartók keskeny és magas szekrénykeresztmetszetűek és így a járdával együtt egy teknőt képeznek (tehát lényegében egy süllyesztett pályás gyalogos hidáról van szó). Ezáltal két szint jött létre a látogatók számára.

Ez esetben az időjárásálló acélok természetes rozsdabarna színe – az MB 434-ben látható felvételek tanúsága szerint – harmonikusan illeszkedik a bokrok, fák, füves térségek alkotta környezethez.

Németországban 1993-at tekintik a fordulópontnak a WT-hidak építésében, amikor is megjelent a DAST 007 irányelv. Bár ezzel elhárultak az adminisztratív akadályok, még sem indult meg valamiféle reneszánsza az ilyen anyagú hidak építésének. Egészen elenyésző számú – 5 db – híd épült, ki zárólag vasutak, ill. folyók felett és ez a trend azóta is tart.

Az egykori NDK-ban is épültek ilyen anyagú hidak [10]. Túlnyomó többségük vasutak, ill. folyók, csatornák felett halad át. B 45 szerint 15 különböző híd épült az akkori szabvány szerinti KT-acélból 1975-től 1989-ig. Egyetlen gyalogos híd kivételével valamennyi közúti híd. Fele-fele arányban 2×1, ill. 2×2 sávusak. A legutoljára épült – már az újraegyesülés után üzembehelyezett – hídnál közepén villamospálya is halad. Támaszközüik, ill. teljes hosszuk nem különösebben nagy (36,5 és 81 m között); négy kivételével, amelyek közül kettő az Elba fölött ível át 410, ill. 702 m összhosszal.

Svájc

Svájcban egy 2001-ben megjelent tanulmány szerint 36 db WT-acélból készült híd üzemel, amelyek közül néhánynak a kora meghaladja a 30 évet is. Zömmel öszvér kivitelűek; hosszuk 10 m-től 945 m-ig terjed. A beépített acélmenyiség 10 és 1000 tonna között van, míg a leghosszabb hídnál ez eléri az 5 ezer tonnát [13].

Az akkor végzett szisztematikus vizuális vizsgálatok alapján mind műszaki, mind esztétikai szempontból megfeleltek a követelményeknek. A számos híd közül legnagyobb sajtója az 1990-ben épült franciául *Pont sur la Dala*, németül *Dala Brücke* (Wallis kanton) nevű hídnak van [12-14, 23].

A Dala folyó általi mély szakadékkal elválasztott két kis község között közúti összeköttetést kellett létesíteni, 11. kép. A keretes szerkezetű öszvérhíd közel 210 m-es fesztávval rendelkezik; magassága a völgy (szakadék) felett 130 m. A híd teljesen hegesztett kivitelű, így csapadék nem tud a csavarlyukakon keresztül a szekrényes tartók belsejébe hatolni.

Az alacsony fenntartási költségek és a tartósság miatt választották a híd anyagául az időjárásálló acélt. Anyaga az akkor hatályos svájci szabvány – SIA 161/1 – szerinti Fe 355-D minőségű acél időjárásálló változata.

A méreteit – és a beépített acélmenyiséget tekintve is – eddigi legnagyobb WT-acélból készült híd Svájcban az 1999-ben épült, *Vaud* kantonban (székhelye Lausanne) található *Viaduc des Vaux*, 12. kép. Az A1 autópálya részét képező öszvér szerkezetű közúti híd főbb méretei: teljes hossz 945 m, szélesség 2×13,5 m; a hossztartók magassága 3,5÷6,5 m, a pillérek magassága: 110 m! [13, 24] A képet nézve valószínűleg nem sok gondot okoz a híd alatti forgalom résztvevőinek a tartószerkezet esetleges színváltozása vagy a lecseppenő csapadék.

Lengyelország

A lengyel időjárásálló acélok használati és szilárdsági tulajdonságait tekintve hasonlítanak az ismert acélfajtákhoz, mint pl. a Cor-Ten, Patinax, WT 38, WT 52. Gyártásuk 1954-ben kezdődött, azt követően pedig a folyamatos fejlesztőmunka nyomán 7 osztály, ill. fajta alakult ki a PN-83/B-84017 nemzeti szabvány keretében az új európai szabványok megjelenéséig [11].

Így ipari alkalmazásuk az 1950-es évek közepén kezdődött a bányászat területén. Az első hidat időjárásálló acélból 1975-ben építették meg az E-8 európai út fölött. Anyaga 10HAV jelű lengyel acél volt. Ebben az esetben nagyon jól érvényesül az elv, hogy az autópályán elsuhanó utazó nem kerül közvetlen közelségbe a híddal, csak a színhatással találkozók.

Az eddigi legnagyobb szerkezeteket 12 HNNbA acélból az 1990-es években építették. (Mindkét acél a 355 MPa min. folyáshatár-kategóriába tartozik és max. 0,035% P-tartalmukkal igazán nem nevezhetők foszfor-ötvöztetűeknek.) Az egyik ilyen híd a Visztulán átívelő híd *Zakroczym*-nél (a Varso-Gdansk vonalon), 13. kép; a másik egy Odera-híd *Rogovo Opolskie*-nél (17 km távolságra Oppelntől).

Az első híd tartószerkezete egy 6 nyílású végigfutó gerendából áll szekrénykeresztmetszettel és ortotrop lemezekkel. A híd max. fesztávja 95 m. Teljes hossza 542 m, szélessége 29,5 m. A tartószerkezetet azonos anyagú, lengyel szabvány szerinti elektródákkal hegesztették. A szerelési szegmensek összekötése 10.9 osztályú NF csavarokkal történt.

A másik említett híd egy öszvér kivitelű gerendahíd nyitott keresztmetszettel és egy vasbeton-lappal kialakított pályával. A max. fesztáv itt 92 m. Az összes szerelési illesztés hegesztett kivitelű. „Az időjárásálló acélok megfelelő alkalmazása ellenére a lengyel közúti hídépésben szakmai körökben az a vélemény uralkodik, hogy ezen acélok lehetőségei a lengyel építésügyben még messze nincsenek kiaknázva.” [11].

Egyesült Királyság

Míg [22] szerint Németországban és Franciaországban az időjárásálló acélokat népszerűtlenné tekintik, addig az Egyesült Királyság területén továbbra is nagy számban épülnek hidak ilyen anyagból, elsősorban a karbantartási igények radikális csökkené-



13. kép. Közúti híd a Visztulán
– Zakrocym / Lengyelország



15. kép. Broadcasting Tower
– Leeds / Anglia

se miatt. A *CORUS International* – az egyik legjelentősebb cég ezen a területen – 2005. évi tájékoztatójában 16 hídról közöl illusztrációt.

Közülük kiemelendő a *Peterborough* városa melletti *Shank Millenium Bridge*, 14. kép. Az ötnyílású, közel 120 m hosszú többfunkciós híd – a szokásos gyalogos és kerékpáros forgalom mellett – a lovakkal történő áthaladást is lehetővé teszi. Egy iparilag kevésbé frekvenciált területen egy merész ívvel halad át a *Nene* folyó felett. Nemcsak a pályaszerkezet, hanem a pillérek is Cor-Ten acélból készültek. A festést nem igénylő acél választását a fenntartási költségek jelentős csökkentése motiválta. Emellett az ismertető szerint „a rozsdás acél jól illeszkedik a rurális környezetbe”. A lovak részére



14. kép. Shank
Millenium Bridge –
Peterborough / Anglia



16. kép. Ponte Palazzo – s'Hertogenbosch
/ Hollandia

szolgáló sáv betonnal van kiöntve, míg a gyalog- és kerékpárút (a szegélykorlátokkal együtt) faborítású. A hidat a 2000-ben történt átadását követően több rangos építészeti kitüntetésben részesítették.

De a többi országrészben – elsősorban Skóciában – is épültek hidak Cor-Ten anyagból. Az első 1973-ban épült *Seabegsnél* (Stirling közelében), a második az A9 autópálya egyik viaduktja *Tomatinnél*. Később még három híd épült ezekben az években az A9 autópálya részeként ugyanebből az anyagból.

A hidak mellett számos középületnél is szerepet kaptak a Cor-Ten acélok. Csak két példát említve: a *Broadcasting Tower* Leeds-ben (15. kép) és a *People's History Museum* Manchesterben.

Hollandia

Hollandia – területéhez viszonyítva viszonylag jelentős tengerparti sávja miatt – nem tartozik igazán a légköri korrózióálló acélokat jelentős mértékben felhasználó országok közé.

Ennek ellenére itt is épültek, ill. épülnek hidak ilyen anyagból. Az egyik a már korábban – a csaphegesztés alkalmazásával kapcsolatban – említett mű [15]. Az Amszterdamtól 25 km-re északra levő öszvér híd négy nyílásból áll: 24, 35, 24 és 15 m, így a teljes hossz 98 m. Lényegében két egymástól 7,3 m távolságban haladó önálló hídról van szó 15, ill. 17 m szélességi méretekkel. Az építés során (1977) 350 tonna Fe 510 jelű időjárásálló acélt és 17 ezer darab 22 mm átmérőjű fejes csapot használtak fel.

Az eddigi talán legextravagánsabb ilyen anyagú híd a *s'Hertogenbosch*

kisváros területén épülő – ma még csak látványterv formájában látható – *Ponte Palazzo*, 16. kép. (Az átadás tervezett időpontja 2013). A városkát eddig megkímélték az iparosítás ártalmaitól, aminek köszönhetően ma is egy nagy zöldövezet veszi körül. Az új híd a történelmi városközpontot köti össze a még kevésbé beépített délkeleti lakóterülettel. A környezettudatosság jegyében a hidat úgy tervezték, mint egy parkot: zöld gyeppel borított és fákkal, bokrokkal övezett gyalogos-, ill. kerékpár-úttal; reflektálva a korábbi árterület sajátosságaira. További érdekessége a tervek szerint 250 m teljes hosszúságú hídnak, hogy a hídpálya és a lépcsők fűthetők lesznek (+10 °C környezeti hőmérséklet alatt), elkerülve ezzel a sózás szükségességét jegesedés esetén és napkollektorok is beépítésre kerülnek, amelyek egy speciális rendszerrel lehetővé teszik a hőenergia összegyűjtését és tárolását.

Spanyolország

Az utóbbi években történt spanyolországi alkalmazásokról [21]-ben olvashatunk. Előbb három gyalogos-híd – mintegy „előtanulmányként” – készült *Girona*-ban, *Andoain*-ban, ill. *Matadapera*-ban. Ezeket követően 2006-ban egy érdekes kialakítású – „organikusnak” nevezett – nagyobb léptékű híd épült egy meglévő kis kapacitású átkelő helyett, 17. kép. A Bilbao-tól délre fekvő *Vitoria* (baszk nyelven: Gasteiz) városában (egyéb-ként tartományi székhely), a Zadorra folyót átívelő *Abetxuko* nevű háromnyílású (26+40+26 = 92 m) gerendahíd az átépítést követően meglehetősen széles lett: 31,4 m. Ezek a méretek lehetővé teszik a 2×2 sávú autópályát közölt egy kétvágányú villamospálya átvezetését és kétoldalt a gyalogos-, ill. kerékpárút kialakítását. A beépített acél mennyisége 671 tonna [21].

Az *Abetxuko* híd kissé robusztus kinézetét mintegy ellensúlyozza a 2007-ben elkészült *Vicaria* ívhíd a közép-spanyolországi *Yeste* mellett, 18. kép. A híd egy időszakos víztározó területén található és megépítésével jelentősen lerövidítette a völgy két oldalán található települések elérhetőségét. Néhány jellemző méret: teljes hossz 260 m, fesztáv 168 m, az ív magassága 25 m; a pálya szélessége 11 m, ami közel 24 m magasán halad a *Segura* folyó szintje felett. 2-2 sáv áll rendelkezésre a járművek, ill. a gyalogosok részére. A pályaszerkezet öszvér kivitelű. Az ívek anyaga Cor-Ten acél, ke-

resztmetszetük 1200×2400 mm; speciális öntömörödő betonnal kiöntve.

Alkalmazások – Európa határain kívül

USA

Először 1964-ben alkalmaztak ilyen acélt egy *Detroiton* átvezető főút hidjaihoz [MB 434, 6]. Csupán ebben az államban 2300 híd épült. Más források [19] szerint a New Jersey állambeli *Morristown* kisvárosban 1964-ben egy fizetős autópálya (*NJ Turnpike*) részeként épült híd számít elsőnek.

Az eddigi legnagyobb időjárásálló acélból készült híd is az Amerikai Egyesült Államokban található. Ez az 1977-ben épült *New River Gorge Bridge*, *Fayetteville* város közelében, *West Virginia* szövetségi államban, 19. kép. Rendkívül szép természeti környezetben, egy nemzeti park területén íveli át a folyót, 64 km-rel lerövidítve ezzel az állam észak-déli főútvonalának a hosszát. Rácsos szerkezetű, 518 m fesztávval. A függőleges alátámasztások 46,5 m távolságban vannak egymástól. (Ez mintegy másfélszerese a *coalbrookdale-i Iron Bridge* támaszközének.) A fesztáv mellett a pályaszint magassága is imponáló: 267 m. A híd teljes hossza 924 m, a pálya szélessége 22 m. Esztétikai szempontból hasonló mondható el itt is, mint a potsdami alkalmazásnál: a rozsdabarna szín szervesen illeszkedik a környezetbe.

A másik jelentős – de mindenképpen a legfrekvenciáltabb – alkalmazás a *Newburgh-Beacon Bridge*, hivatalosan *Hamilton Fish Newburgh-Beacon Bridge* (1997 óta, *New York* állam egy korábbi kormányzójáról elnevezve). A konzolos szerkezetű híd (20. kép) a *Hudson* folyót íveli át *New York* szövetségi államban. A középső konzolos rész 672 m (183+305+183); a teljes hossz 2374 m. A hidat 1963-ban adták át a forgalomnak, de áteresztő kapacitása már egy év múltán nem bizonyult elegendőnek. A híd ui. a *New York State Bridge Authority* (*New York* állam hídhatalosa) felügyelete alá tartozó átkelők közül a leginkább igénybevett híd: a forgalomszámlálási statisztikák szerint naponta több mint 65 ezer átkelés történik. (Ez éves viszonylatban közel 25 millió járművet jelent!) Ezért úgy döntött a városvezetés, hogy két forgalmi sávval szélesíti a hidat. Az 1972-ben megkezdett bővítéshez *COR-TEN* acélt használtak. Annak érdekében, hogy a híd színe egységes összhatást adjon, a



17. kép. Puente Abetxuko
– Vitoria / Spanyolország



20. kép. Newburgh-Beacon Bridge
– New York állam / USA

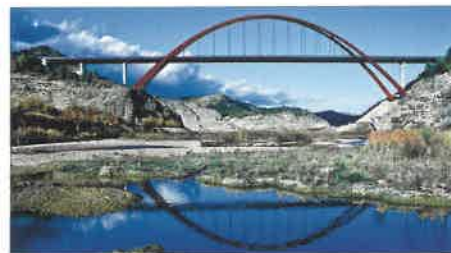
meglevő ötvözetlen acélból készült híd-szerkezetet is a légköri korrózióálló acélokra jellemző barnás tónusúra festették 1980 és 1984 között.

A híd jelenlegi állapotában 2×3 sáv, de a sávok száma egy adott irányban változtatható a mindenkor forgalom igényeinek megfelelően.

Ezen immár klasszikusnak mondható alkotások mellett számos autópályahíd épül szinte az összes szövetségi államban. Az újabb alkotások elsősorban a már említett nagyobb szilárdságú és jobb korróziós jellemzőkkel rendelkező *HPS 70W* jelű acélból. 1997-ben, *Nebraska*-ban építették az első hidat ebből az anyagból [22]. Azóta 140 híd szerkezetéhez használták ezt az acélt. (Az USA-ban jellemző egy hídon belül a különböző szilárdságú acélok együttes alkalmazása; ill. normál *CMn*-acélé időjárásállóval együtt.)

Japán

Japánban – az ázsiai „szigetországban” – is széleskörűen alkalmazzák a légköri korrózió ellenálló acélok, pedig ott igazából nem ideálisak a feltételek, a zömmel tengerparti klíma miatt. Ennek ellenére az 1960-as évek óta 1996-ig több mint 3000 hidat építettek ilyen anyagból a *JIS 3114* nemzeti szabvány alapján. A több éves intenzív fejlesztőmunka után 1998-ban „piacra dobott” 3% *Ni*-tartalmú *Cor-Ten* acélból az első öt év alatt 9000 tonnát építettek be több mint 30 közúti és vasúti hídhoz. (Első alkalmazásuk mindjárt a világhírű *Shinkansen*



18. kép. Puente de La Vicaria
– Yeste / Spanyolország



19. kép. New River Gorge Bridge
– Fayetteville / West Virginia, USA

vasút egy hídjánál történt a tengerparttól alig 600 m távolságban.) [17]

De egy másik távol-keleti országban – Dél-Koreában – is megkezdődött az ilyen anyagú hidak építése. 1991-ben jelent meg a hazai gyártású *Cor-Ten* acél és már egy évvel később elkészült az első ebből készült alkotás: a *Majung* gyalogos híd. Egy 2000-es adat alapján 15 részben elkészült, részben építés alatt álló hídról hallani.

Az ötödik földrész, Ausztrália sem maradt ki a *Cor-Ten* anyagok alkalmazásából. Példaként az *ACCA* (*Australian Center for Contemporary Arts* = Kortárs Művészetek Ausztrál Központja) épületegyüttesét emelném ki, ami a bemutatott toronyházakkal ellentétben nem vertikális, hanem horizontális méreteivel tűnik ki az ilyen anyagból készült építmények között, 21. kép. A kiállító központ *Melbourne*-ben található és 2002-ben adták át rendeltetésének.

Végezetül tekintsünk egy összeállításra, ami az időjárásálló acélból készült hidak világméretű elterjedtségét mutatja, 3. táblázat. A táblázat helyenként hiányos, mivel számos országnál nem sikerült összesítő adatokat találni. Sajnálatos módon annál a két országnál sem, amelyeknél a szakirodalmi források egybehangzó megalapítása szerint a legmagasabb ezen acélok alkalmazásának a részaránya.

Összegzés, kitekintés

A fent leírtakból látható, hogy a légköri korrózió ellenálló acélok alkal-



21. kép. Australian Centre for Contemporary Arts
– Melbourne /Ausztrália



22. kép. Egy hazai bank budapesti székháza
Cor-Ten homlokzati elemekkel

mazása számtalan műszaki-gazdasági előnyt jelent. Az esztétikai megjelenésen valamiféle „széplelkek” módján lehet fanyalogni, legyen szó hídról vagy épületről. Egy híd szépségét elsősorban az alakja, a vonalvezetése, a környezetbe való illeszkedése határozza meg. Ezek illusztrálására szolgálhat pl. az angliai Shank Millenium Bridge, 14. kép vagy a spanyolországi Vicaria ívhíd, 18. kép. Egy hidat – funkciójából adódóan – nem nézni, hanem használni kell. Egy kietlen pusztán vagy akár egy erdősített területen áthaladó autópálya-híd esetén véleményem szerint csak sokadik szempont a híd színe vagy anyagának felületi minősége.

Ha a nálunk gazdaságilag lényegesen jobb pozícióban levő országoknak „megéri” a hidak jelentős hányadának építése ezen acélokból, akkor nekünk is célszerű lenne legalább egyszer, hidedg fejjel, a politikai megfontolásoktól és a lobby-érdekektől elszakadva a szükséges számításokat elvégezni, majd azokat az illetékes szakmai körökben vitára bocsátani.

A múlt század hatvanas éveiben megindult áttörést követő átmeneti visszaesés ellenére a fejlesztő munka tovább folytatódik, használatuk egyre terjed a világ számos régiójában, országában.

Az acélminőségek fejlesztése több irányban halad: egyrészt az ötvöztartalom növelésével, másrészt a folyáshatár fokozásával. Az előbbire példa a 3% Ni-tartalmú ötvözetek Japánban, ami lehetővé teszi ezen acélok tengeri klíma esetén történő alkalmazását [17], a másik az USA-ban követett irány, 485-685 MPa min. folyáshatárú acélok alkalmazása a hídépítés területén is. Erről korábban az egyik

legjelentősebb európai acélgyártó cég közleménye [22], majd a közelmúltban amerikai források (FHWA-publikációk) számoltak be. (Vagy említhetnénk Európában az SSAB és a Ruukki még nagyobb szilárdságú – eddig elsősorban csak a mobil daruknál alkalmazott – acéljait.) A legtöbbet ígérő irány azonban az, melynek során az eddig alkalmazott hagyományos ötvözők (Cu, Cr, P) mellett más fémes anyagokkal – W, Al, ritka földfémek – próbálkozik. Ebben az esetben elsősorban a korrózióállóság javul, de sok esetben a mechanikai tulajdonságok is [FHWA HRT-09-053].

A téma nemcsak ezekben a távoli országokban, hanem közvetlen szomszédságunkban is napirenden van: ez év márciusában rendezett az ÖSTV (az osztrák acélszerkezeti szövetség) egy ankétot *Perspektívák az acél-, ill. ösvér hidak építése* címmel, melynek keretében egy előadás az időjárásálló acélokkal foglalkozott [14].

De azért valami nálunk is elkezdődött: az egyik jelentős hazai bank székházánál, 22. kép. A homlokzat tartóoszlopainak borításához Cor-Ten acélból készült elemeket használtak fel és itt vannak a már említett köztéri alkotások is, 7. és 8. kép. Az első ilyen anyagú hídra vagy épület-acélszerkezetre még feltehetően sokat kell várnunk

Képek forrása

1. Wikimedia Commons/Gerardus;
2. Wikimedia Commons/Ctj83;
3. Wikimedia Commons/J. Crocker;
4. Wikimedia Commons/tysto;
5. MB 434/Manfred Fischer;
6. MB 434/Manfred Fischer;

7. saját felvétel;
8. saját felvétel;
9. panoramio/brickel;
10. Karl Gotsch: Brücken über den Hochrhein von Konstanz bis Basel;
11. Ingenieurbüro Zumofen & Glenz AG/Referenzen;
12. panoramio/P.-A. Chassot;
13. Structurae/ID:148007;
14. arcaid/Richard Bryant;
15. Wikimedia Commons/Mtaylor848;
16. ARUP;
17. pedelta;
18. Wikimedia Commons/Magnus Manske;
19. Wikimedia Commons/JaGa;
20. Wikimedia Commons/Engleman;
21. Wikimedia Commons/Robi882002;
22. saját felvétel

Irodalom

- Szabványok, irányelvek, ajánlások, jelentések
- MSZ EN 10155-5:1998. *Légköri korrózió-nak ellenálló szerkezeti acél.*
- Műszaki szállítási feltételek (visszavonva!)*
- MSZ EN 10025-5:2005. *Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból*
5. rész: *Légköri korrózió-álló szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei*
- DASZ 201:2006. *Légköri korrózió-nak ellenálló melegen hengerelt széles szalag és táblalemez. Méretek, műszaki követelmények*
- ISO 4952:2006. *Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance*
- ISO 5952:2011. *Continuously hot-rolled steel sheet of structural quality with improved atmospheric corrosion resistance*
- VdTÜV Werkstoffblatt 406 *Wetterfester Feinkornbaustahl COR-TEN A – W-Nr. 1.8962*

Ország	Építési év*	Hidak száma	Részarány, %**	Megjegyzés
Egyesült Királyság	1972	> 100	25	
Finnország		~ 70		
Lengyelország	1975			
Németország	1969	> 100	90	
Olaszország				
Spanyolország		> 10		
Svájc	1968	36		
USA	1964	4500	45	
Kanada			90	
Japán	1967	3000	7	
Korea	1992	15		

* Az első hídra vonatkozóan; ** Az összes acélszerkezetű hídra vonatkozóan

3. táblázat: Időjárásálló acélból készült hidak világméretű elterjedtsége

VdTÜV Werkstoffblatt 407 *Wetterfester Feinkornbaustahl COR-TEN B* – W-Nr. 1.8963

DAST 007 Richtlinie *Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle*. Deutscher Ausschuss für Stahlbau, Köln. 1993

Wetterfester Baustahl
Beratungsstelle für Stahlanwendung e.V. – Düsseldorf, 1974

Merkblatt 434. *Wetterfester Baustahl*. Stahl-Information-Zentrum, Düsseldorf. 2004

MSZ EN ISO 12144:2000 Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 2. rész: *A környezetek osztályozása*

Wetterfester Stahl im Brückenbau – Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.: Düsseldorf. 1993

Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen
92204: *Dokumentation und Erfahrungssammlung mit Brücken aus wetterfesten Stählen*
Brücken- und Ingenieurbau Heft B 45
Bergisch Gladbach. 2004

Weathering Steel Bridges – CORUS
Construction & Industrial – 2005

Uncoated Weathering Steel in Structures
Technical Advisory 5140.22 October 3. 1989 – U.S. Department of Transportation
Nevada Department of Transportation – *Structures Manual*. 2008

AASHTO M 270M / M 270: *Standard Specification for Structural Steel for Bridges*
American Association of State Highway and Transportation Officials – Jan. 1. 2011

Improved Corrosion-Resistant Steel for Highway Bridge Construction – Knowledge-Based Design
U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration
TechBrief – FHWA Publication No.:

FHWA HRT-09-053 – Augustus 2009
Guide Specification for Highway Bridge Fabrication with HPS 70W (HPS 485W) Steel 2nd edition – by the AISI-FHWA-Navy HPS Steering Committee and Welding Advisory Group. 2003

MSZ EN 1011-2:2001 Hegesztés. Ajánlások fémek ívhegesztéséhez. 2. rész: *Ferites acélok hegesztése (E)*

Könyvek, folyóiratok

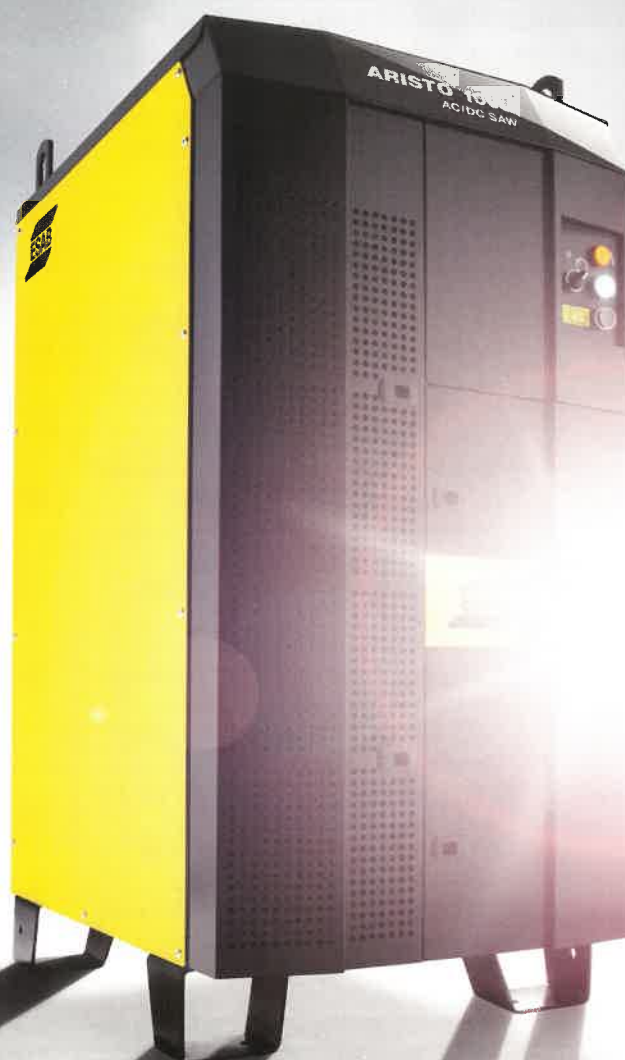
- [1] ÉRSEK László: *Hídszerkezetek újabb, ill. elfeledett anyagai*. MAGÉSZ-Acélszerkezetek – 2012/1 54–74. old.
- [2] Dr. SZABADITS Ödön: *Acélok, öntöttvasak*. MSZT Szabványkiadó – Budapest. 2005
- [3] dr. BÖDÖK Károly: *Az ötvözetlen, gyengén és erősen ötvözött szerkezeti acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére*. CORWELD. 1997
- [4] DEGENKOLBE, J. – PIRCHER, M.: *Die wetterfesten Baustähle und ihre Schweissbarkeit* Schweißtechnik (Wien) 1971/12 S. 222–226. old.
- [5] EIFLER, K.: *Geschweisste Stahlbauten aus wetterfesten Baustählen* Schweißen und Schneiden 37 (1985) Heft 9 S. 433–435. old.
- [6] FISCHER, M. – WIEN, B.: *Erfahrungen mit Brücken aus wetterfestem Baustahl* Stahlbau 57 (1988), H. 10 S. 299–308. old.
- [7] *Zur Entwicklung des wetterfesten Stahles und seiner Anwendung* Aus amerikanischer Sicht (M. Fischer) Bauingenieur (69) 1994 S. 398. old.
- [8] WUICH, W.: *Wetterfeste Baustähle* Praktiker 9/95 S. 424–430. old.
- [9] WAGNER, R.: *Wetterfester Stahl im Brückenbau am Mittellandkanal* Stahlbau 67 (1998), H. 5 S. 387–390. old.
- [10] FIEDLER, E.: *Die Entwicklung des Stahlbrückenbaues in der DDR bis*

- zum Zeitpunkt der Wende – ein Rückblick*. Stahlbau 70 (2001), H. 5 S. 317–328. old.
- [11] BORKOWSKI, M. – WŁODARCZYK, W.: *Untersuchungen wetterfester Baustähle in Polen* Stahlbau 72 (2003), H. 8 S. 601–608
 - [12] LEBET, J. P. – LANG, T. P.: *Brücken aus wetterfestem Stahl – Ponts en acier patinable* ICON-Construction Métallique, EPFL – Lausanne, 2001
 - [13] LEBET, J. P. – LANG, T. P.: *Brücken aus wetterfestem Stahl* – Untersuchungen zeigen, dass sich der Werkstoff an Brücken besser bewährt, als sein Ruf erwarten lässt tec 21 24/2002 S. 23–29. old.
 - [14] *Perspektiven im Stahl(Verbund) Brückenbau*. Seminar des ÖSTV – Wien, 1. März 2012-08-06
 - [15] NOORLANDER, J.: *Bridge of Composite Construction: Weathering Steel and Concrete (The Netherlands)* Acier-Stahl-Steel Vol.42 1977/6 p. 227–229. old.
 - [16] IIW International Conference on *Welded Structures in particular Welded Bridges* 2–3 September 1996 – Budapest / Hungary. *State of the Art in Europe* – by Robert W. SALKIN
 - [17] USAMI – KIHARA – KUSUNOKI: *3%-Ni Weathering Steel Plate for Uncoated Bridges at High Airborne Salt Environment* Nippon Steel Technical Report No. 87 – January 2003 p. 21–23. old.
 - [18] ORUC – BABAHMETOVIC – PIHURA: *Resistance to Atmospheric Corrosion of Low-Carbon Steel Grade WT St 37-2*. Metallurgija – 43 (2004) 2, p. 135–139. old.
 - [19] KOZY, B. – TRIANDAFILOU, L.: *Weathering Steel for Bridges Corrosion Protection without Coating*. Structure Magazine – June 2011, 44. old.
 - [20] *Bridge crossings – Weathering steel for highway bridges* by Alex WILSON and Brian RAFF. Modern Steel Construction – March 2012 p. 22–24
 - [21] *Aesthetics of urban steel bridges* by Juan A. SOBRINO: Modern Steel Construction – March 2012 p. 52–55
 - [22] SCHRÖTER, F.: *Metallurgische Entwicklungen für Stahlprodukte im Stahl- und Verbundbrückenbau* Dillinger Hüttenwerke
 - [23] FLÜCKIGER, A.: *Soudage des ponts métalliques – Techniques et réalisations*. Technica 10/97 p. 50–57
 - [24] VOUTAZ, B. – BOULANGER, S.: *Tendances européennes: Un duel entre la technique et l'esthétique?*

*Érsek László
hegesztőmérnök, EWE



Túl a várakozásokon!



Aristo® 1000 AC/DC SAW

Ez az inverter a legújabb technológiával készült, aminek köszönhetően a legnagyobb energiamegtakarítást biztosító berendezés jelenleg a piacon. Olyan egyedülálló funkciókkal rendelkezik mint:

- Bead Profile Modelling™ – a testreszabható beolvadás eléréséhez
- "On the fly" funkció – megszakítás nélkül, a gyöksortól egészen a takaróorig
- Cable Boost™ – energiatakarékos, és hosszú hegesztőkábel használata mellett sem kell kompromisszumot kötnie a varratminőségben
- Zavartalan hegesztés – minden kábel egy ajtó mögött csatlakozik, jól védett helyen, elzárva minden veszélytől

STRENGTH THROUGH COOPERATION

1062 Budapest Teréz krt 55-57 / +36 1 382 1200 / info@esab.hu / www.esab.hu /

Maria Bergensträhle*, Mats Linde**

OK AristoRod™ – egyszerűen a legjobb

Az ESAB rézmentes MAG huzalja – a minőség mércéje egész Európában, és most a világot hódítja meg

Egy évtizeddel azután, hogy az ESAB bemutatta a rézmentes bevonatú AristoRod™ MAG huzalokat továbbfejlesztett felületi tulajdonságokkal (ASC), a sikereik elvitathatatlanok az európai hegesztő iparban, ahol a legigényesebb gyártók ezeket használják kiváló hegesztési tulajdonságaik miatt.

Az OK AristoRod™ stabilizálja a hegesztési folyamatot, gond nélkül adagolható, csökkenti a karbantartáshoz szükséges állásidőket és alkalmazásával kevesebb utómunkára van szükség, ez mind a hatékonyságot növeli és csökkenti a költségeket. Viszonyítási alap lett a fejlett európai piacon, Skandináviában, Németországban és Franciaországban, és gyorsan terjed Észak-Amerikában és a fejlődő országok piacain, Dél-Amerikában és Kínában.

A csehországi Vamberkben található gyár mellett az ESAB gyártóegységeket létesített Argentínában és Kínában – valamennyi AristoRod™-ot gyárt, azonos, szigorú minőségi követelmények szerint. Mostanság számos, költségtudatos gyártó szerte a világon tér át a rézbevonatos MAG huzalról a réz nélküli bevonattal készülő OK AristoRod™-ra.

A rézbevonat nem a Szent Grál

A rézbevonatos huzalelektrodákat széles körben használják jó hegesztési tulajdonságaik miatt. Ezek uralják a MAG hegesztőhuzal piacot, és még mindig kiváló megoldást jelentenek sok gyártónak. Ez nem jelenti azt, hogy ne lennének hátrányai a rézbevonatnak. Néhány évvel ezelőtt azonban egyszerűen nem létezett más megoldás.

A rezet eredetileg azért alkalmazták, hogy javuljon a MAG huzalok tolhatósága és az áramátadás a huzal és az áramátadó fúvóka között, és nem azért – amit pedig gyakran reklamálnak – hogy az áramátadó kopása csökkenjen, vagy a huzal ne rozsdásodjon. Mivel az áramátadás nagyrészt meghatározza az aktuális tolóerő nagyságát, a rézbevonat elsősorban a tolhatóságot korlátozza. Az áramátadó kopásának mérséklése üdvözölt mellékhatás ugyan, a huzal felületén megjelenő rozsdá azonban rosszabb.

A rézbevonatos huzalok gyengeségének oka, hogy a réz egy lágy fém, amely

az előtolás során fellépő mechanikus hatások következtében könnyen megsérül. A réz részecskék leválnak, és lerakódnak az előtoló rendszerben. Fokozatosan eltömítik a huzalvezetőt és a piz-

előtti tisztaság és felületi érdesség például rendkívül fontos. Ezek határozzák meg, hogy mennyire fog tapadni a réz a huzal felületéhez, és fog ellenállni az tolás közbeni hatásoknak. Ugyanennyire fontos a rétegvastagság, amelynek elegendőnek kell lenni a várt előnyökhöz, de legyen elég vékony, hogy az előtolás során ne váljon le.

Ez a magyarázata, miért van olyan sokféle MAG huzal-minőség a piacon



tolyt, és beleolvadnak az áramátadóba (áthúzás), növelve ezzel a szükséges tolóerőt, emellett adott esetben a huzal visszaégését is okozhatja az áramátadóba – ami megállítja a MAG hegesztést. A súlyosság és a szennyeződés sebessége számos tényezőtől függ:

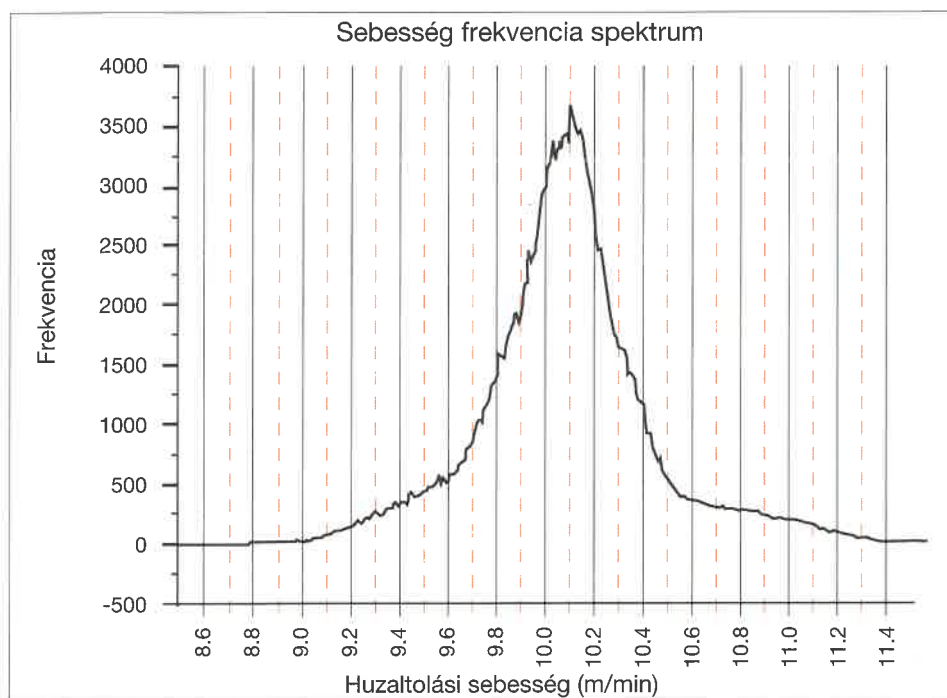
- huzal minősége
- tológörgők típusa és a görgőnyomás
- huzalvezető típusa
- huzalvezető hossza
- huzaltolási sebesség
- a kábelköteg vezetése.

A huzal minősége az egyik legfontosabb hatás. Az optimális rézbevonat készítése összetett eljárás, amelynek számos kritikus lépése van. A rezezés

– a csúcsmínőségtől a gyenge minőségig, és minden, ami köztük van. Jó minőségű rézbevonat készítéséhez tudás és tapasztalat szükséges, valamint kiváló minőségirányítás, amely a gyakorlatban csak kevés gyártónál van meg.

Az a tény, hogy a szennyeződés függ a huzaltolás feltételeitől és a hegesztési paraméterektől, a képet még bonyolultabbá teszi. Amíg a gyenge huzal minőség csak kevés gondot okozhat „kedvező hegesztési feltételek” között, addig még egy csúcsmínőségű rézbevonatos huzal sem felel meg szélsőséges előtolási feltételek között.

Nehéz előtolási feltételek kézi hegesztésnél is előfordulhatnak, de va-



2. ábra. Huzalsebesség stabilitása a pisztolyon mérve, beállított érték 10,1 m/min.

lőszínűbb, hogy gépesített vagy robothegezésnél fordulnak elő a nagy huzaltolási sebesség és bekapcsolási idő, valamint a gyakori megállás és újraindulás miatt. Az európai iparban ilyen típusú hegesztések, amelyekhez OK AristoRod™ huzalt használtak, kiváló reputációt jelentettek. Jó példák erre az olyan autóalkatrészek, mint az ülések, kereszttartók, teherautó futóművek, földmunkagépek és villás targoncák keretei és darutartók hegesztése. Ezek közül néhányról olvashatnak a Svetsaren korábbi kiadásában.

Továbbfejlesztett Felületi Tulajdonságok

Az OK AristoRod™ réz nélkül bevont huzalcsaládot az a továbbfejlesztett és finomított tudás eredményezte, amelyet az ESAB az 1990-es években szer-

zett a portoltéses huzalok gyártása során. Ez a huzalcsalád Továbbfejlesztett Felületi Tulajdonságokkal (ASC) büszkélkedhet. Kiemelkedő paraméterekkel rendelkezik a rézzel bevont huzalokkal összehasonlítva. Az 1. táblázat összefoglalja az ASC különleges tulajdonságait és az ezekből eredő felhasználói előnyöket.

Tudományos bizonyíték

A cikk a német hegesztés kutatási intézmény, az ISF Aachen által végzett összehasonlító vizsgálatok összefoglalását mutatja be. E projekt során az OK AristoRod™-ot hasonlították össze a világ legfontosabb szállítóinak rézbevonatos MAG huzalaival. Ha másként nem szerepel, az eredmények az OK AristoRod™ és csúcsmínőségű rézbevonatos huzal eredményei láthatók. Ezeket az információkat az ESAB sa-

ját kutatási eredményei egészítik ki. Az adatok forrását a diagramok mellett feltüntettük.

Huzalsebesség stabilitása

A huzalsebesség stabilitása fontos az ív stabilitása számára. Egyenetlen sebesség következménye lehet az instabil ív, több fröcskölés és egyenetlen varrat. A 2. ábra 20 perces hegesztés alatt mért sebességfrekvenciát hasonlítja össze. A tényleges huzalsebességet a pisztolynál mérték. A tologógörök és a pisztoly között a huzal a huzalvezetővel együtt úgy viselkedik, mint egy rugó. Emiatt a tolási sebesség kisebb, mint a beállított érték, ha a tolóerő hirtelen megemelkedik, és kisebb, ha a tolóerő hirtelen csökken. Ha a tologógörök között megcsúszás keletkezik, ez a tényleges huzalsebességet még komolyabban befolyásolja. A széles, lapos görbe instabil huzalsebességet jelez, míg a keskeny, magas görbe stabil előtolást.

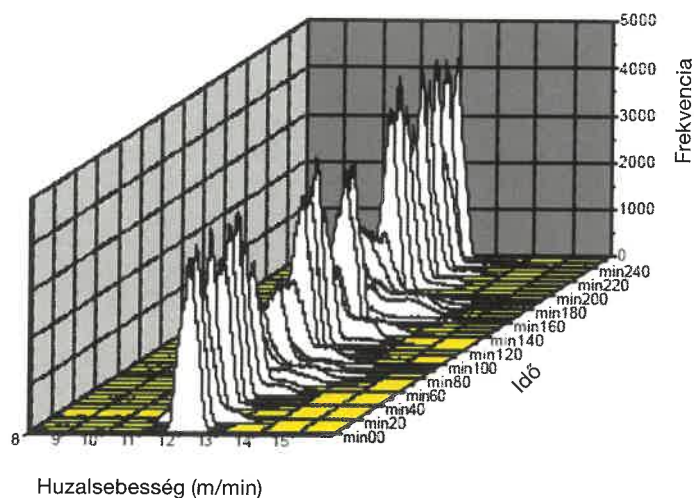
A 3. ábra egy sorozatot mutat ezekből a diagramokból, amelyeket 330 perc teljes hegesztés során mértek OK AristoRod™ és réz bevonatú MAG huzallal. Jól látszik, hogy az AristoRod™ sokkal stabilabb, és a rézzel bevont huzalnál jelentős sebesség ingadozások láthatók. Az OK AristoRod™ vizsgálatát be lehetett fejezni a teljes 330 perces vizsgálati idő alatt, míg a rézbevonatos huzal 220 perc után visszavetett az áramátadóba.

A huzalnak a huzalvezetőn történő, pisztolyig tartó előtolásához szükséges erő is kapcsolatban van az előtolás stabilitásával. Ez az erő sok tényezőtől függ: mint a huzalvezető típusa, hossza, a kábelköteg hajlítási sugara, és az irányváltás a hegesztőpisztolyban. A 4. ábra egy standard összeállításban mért tolóerőt mutat AristoRod™ és rézbevonatos huzalra, mindkét esetben két huzalátmérőre. Látható,

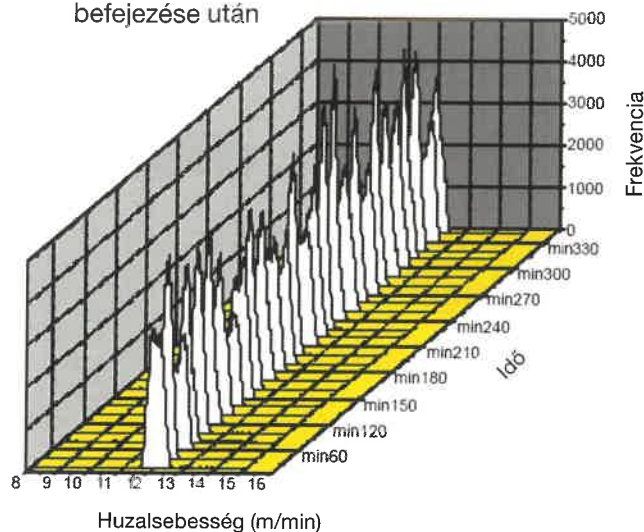
Előnyös tulajdonságok	
Egyenletes hegesztési tulajdonság,	Egyenletes hegesztési minőség
Stabil ív kis tolóerő mellett	Jó hegesztés minőség, kevesebb utómunka és hegesztés utáni tisztítás
Nagy árammal hegeszthető	Nagyobb termelékenység
Rendkívül kevés fröcskölés	Kevesebb varrat tisztítás
Gond nélküli huzaltolás még nagy huzalsebesség esetén is, és nagyobb előtolási távolság	Nagyobb termelékenység, kevesebb állásidő
Kis füstemisszió	Tisztább munkakörnyezet

1. táblázat. ESAB AristoRod™ továbbfejlesztett felületi jellemzőkkel (ASC) számos különleges tulajdonsággal és előnnyel rendelkezik kézi és gépesített hegesztésre és robotos alkalmazásokra. Ezek kézzelfogható előnyökkel járnak, és együtt nagyobb hatékonyságot és kisebb hegesztési költségeket eredményeznek.

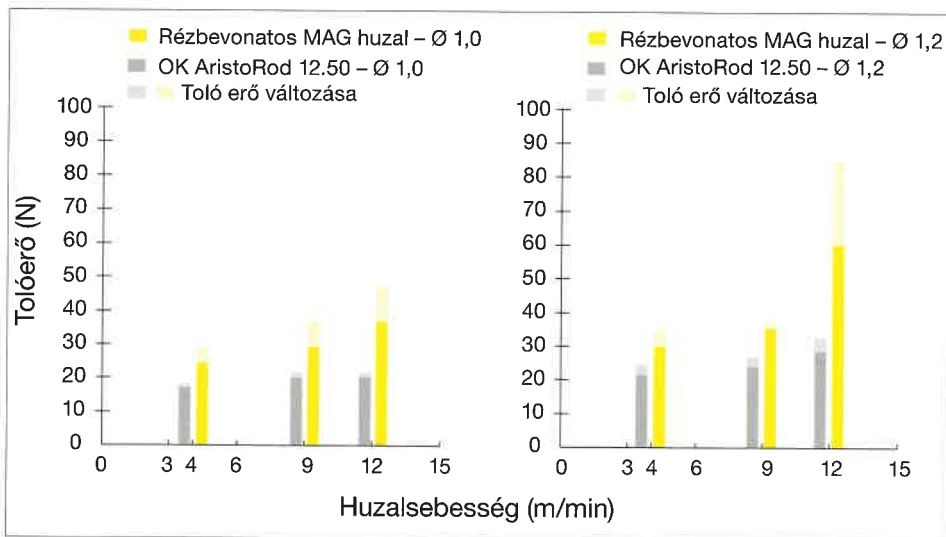
Prémium Rézbevonatos huzal, 1,2 mm átmérő.
Huzal visszaégés 220 perc után.



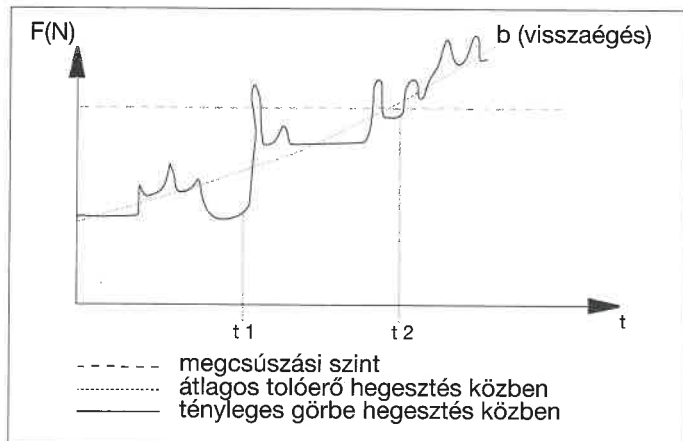
OK AristoRod hegesztőhuzal 1,2 mm átmérő.
Nincs visszaégés 330 perces vizsgálat befejezése után



3. ábra. A huzalsebesség változása 12,5 m/min névleges sebesség mellett. A függőleges tengelyen a mérések száma. Huzalátmérő mindkét huzal esetében 1,2 mm. A vizsgálat során használt paraméterek: 350 A, 32 V, 20 mm kinyúlás. Védőgáz: 80% Ar/20%CO₂.
Forrás: ISF, Aachen.



4. ábra. Előtolási erő OK AristoRod™-ra és rézbevonatos huzalra különböző huzalsebességek mellett. Forrás: ESAB.



5. ábra. Növekvő tolóerő a réz részecskék lerakódása miatt az előtoló rendszerben, amely visszaégéshez vezet. Forrás: ESAB.

hogy nem csak a tolóerő kisebb az OK AristoRod™ esetében, de az ingadozása is lényegesen kisebb, ami stabilabb tolási feltételeket jelez.

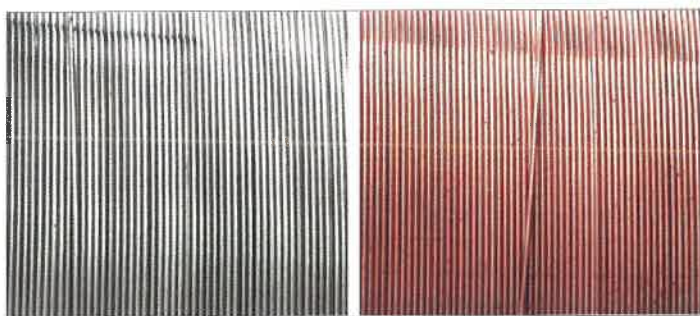
Az 5. ábra mutatja, mi történik, ha a levált rézbevonat eltömíti a tolórendszert. A tolóerő fokozatosan növekszik arra a szintre, amikor a huzal folyamatosan megcsúszik. Az ív nagyon bizonytalanul válik, és végül a huzal visszaég az áramátadóba. Egyetlen rézbevonatos huzal sem bírta a teljes 330 perces vizsgálati időt. Volt olyan, amelyiknél már 8 perc után bekövetkezett a visszaégés.

Ívstabilitás

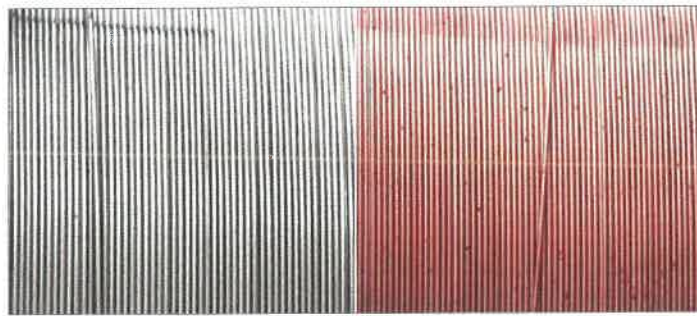
Az ív stabilitása nagy áramerősségű hegesztés során két módszerrel lett meghatározva: a hegesztőáram és feszültség rezgésével; valamint az ív fénysugárzás intenzitásának rögzítésével. Az ív stabilitásának mérését szolgáló vizsgálati elrendezés a 6. ábrán látható.

A rezgést a pisztolyra szerelt szenzorokkal mérték, egyidejűleg az áram és feszültség értékei ms-ként az áramforrás vezérlése segítségével lettek rögzítve. Az ív fénysugárzás intenzitásának rezgését az ív aktuális viselkedését rögzítő nagysebességű video felvétel értékelésével állapították meg.

A 7. ábra mutatja az OK AristoRod™ és a rézbevonatos huzal jellegzetes



11. ábra. A huzal felülete 6 nap után védelem nélküli kitettség nyomán 80 % relatív páratartalom és 26,6°C mellett. Balra AristoRod™, jobbra rézbevonatos huzal. Forrás: ISM Aachen.



12. ábra. Huzal felülete 14 nap után védelem nélküli kitettség nyomán 80 % relatív páratartalom és 26,6°C mellett. Balra AristoRod™, jobbra rézbevonatos huzal. Forrás: ISM Aachen.

Teljes választék

A cikkben bemutatott kutatási eredmények magyarázatot adnak arra, hogy a rézmentes bevonatú OK AristoRod™ miért vált Európában a MAG huzalok minőségének mércéjévé – és, hogy immár a világot hódítja

meg. Ez egy ideális MAG huzal kézi, gépesített hegesztésre és robotalkalmazásra. Az OK AristoRod™ széles választékban kapható ötvözetlen és gyengén ötvözött típusok formájában, l. a 2. táblázatot. Az ESAB Marathon Pac™ hordós csomagolási rendszerrel

együtt egy utolérhetetlen kombináció a folyamatos, akadálymentes hegesztéshez.

*Maria Bergensträhle, IWE, MBA, MSc,

**Mats Linde, MSc

MÁTRAI Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.
<http://virtualwelding.eu>
<http://matraheg.hu>

VIRTUAL WELDING
Wave

20 éves a Linde Gáz Magyarország Zrt.

Hegesztési szimpózium

2012. június 5-én a Linde Gáz Magyarország Zrt. – megalakításának 20. évfordulója alkalmából – sikeres Hegesztési szimpóziumot tartott a Ramada Resort – Aquaworld Budapest szállodában.

A Linde Gáz Magyarország Zrt. nagy hangsúlyt fektet arra, hogy vevőivel, partnereivel ne csak a mindennapi vevőlátogatások alkalmával találkozzon, hanem időről-időre szakmai napokat, szimpóziumokat is rendezzen, melynek célja, hogy az új eredményeket, ismereteket megoszthassa vevőivel. Ezeken az eseményeken partnerei számára is lehetőséget teremt arra, hogy saját munkáit, eredményeit a rokon iparágakban működő vállalatok képviselőivel is megismertethesse.

A szimpózium programjának első része felidézte a múlt jelentős eseményeit, a vendégek először Samu Zoltán (Linde Gáz Magyarország Zrt., értékesítési igazgató) előadását hallgathatták meg, aki ismertette a cég fejlődését az elmúlt 20 évben.

A résztvevők megtudhatták, hogy a Linde AG hogyan alapított vegyesvállalatokat Magyarországon a '90-es évek elején, illetve, hogy a Linde Répcég Rt. megalakulása milyen fontos lépés volt afelé, hogy 1992. október 1-jén hivatalosan is megalakulhasson a Linde Gáz Magyarország Rt., majd Zrt.

A vállalat központja Répcelak lett, ezen kívül ma már további 4 telephellyel rendelkezik: Budapest, Miskolc, Kazincbarcika és Dunaújváros.

A vállalat megalakulása után nagymértékű fejlesztéseket hajtott végre telephelyein.

A cég életében jelentős dátum 2001. január 1., amikor sor került a Linde Gáz Magyarország Zrt. és az AGA Gáz Kft. egyesítésére. Az egyesülés révén létrejött új társaság valamennyi ipari és egészségügyi gáz gyártásban és forgalmazásban vezető szerepet tölt be Magyarországon.

A nagy beruházásokon kívül a palackos ellátás területén is hajtottak végre műszaki fejlesztéseket, amit jól mutat, hogy míg a '90-es években a palackállomány jellemzően 125 és 150 bar-os volt, addig ma már döntően 150 és 200 bar-os palackok vannak forgalomban, illetve a közeljövőben bevezetésre kerül a 300 bar-os GENIE® márkanevű kompozitpalack is.

Samu Zoltán előadása zárásaként elmondta, hogy a 2006-ban a Linde Csoport és az angol BOC Csoport egyesülését követően a világ egyik legnagyobb ipari gázokkal és ehhez kapcsolódó mérnöki tevékenységgel foglalkozó vállalata jött létre, amely ma már a világ több mint 100 országában van jelen.

A következő előadást Dr. Gáti József (kancellár, GTE Hegesztési Szakosztály Elnöke) úrtól hallhatták a résztvevők, aki „A hegesztés múltja és jelene” című, mind szakmailag, mind történelmileg érdekes előadásában bemutatta a hegesztés történetét a XIX. századtól egészen napjainkig.



A harmadik előadó Gyura László (Linde Gáz Magyarország Zrt., hegesztési és szolgáltatási menedzser) volt, aki beszámolt a Linde által az elmúlt 20 évben a hazai hegesztési ipar, hegesztési kultúra fejlesztése érdekében végzett tevékenységről. Bemutatta a vállalatnál működő, a hegesztéssel és rokontechnológiával foglalkozó, alkalmazástechnikai tevékenység személyi, tárgyi és jártassági feltételeit. Elmondta, hogy több hegesztőszakmérnök (E/IWE), hegesztőtechnológus (E/IWT), hegesztőmester (E/IWP) biztosította, biztosítja korszerű berendezésekkel azt a szakmai háttérrel, melynek segítségével vevőiknek, partnereiknek oktatják, bemutatják a legújabb technológiákat. A 16 éve működő hegesztőlaboratóriumuk eszközei ma is egyedálló módon képesek szemléltetni a védőgázos technológiák folyamatait, a hegesztési paraméterek hatásait. A laboratóriumot folyamatosan fejlesztik, az eszközök között megtalálhatók a legújabb technológiákat képviselő berendezések (inverteres hegesztőgépek, hegesztőrobot, autogénteknikai eszközök, gázelemző műszerek, anyagvizsgáló berendezések stb.), melyekkel nem csak oktatásokat, bemutatókat, de különböző kísérleteket, fejlesztéseket, technológia kidolgozásokat is végeznek. Sok esetben ezen kísérletek alapján indult el több olyan projekt, amely partnereiknél egy-egy technológia bevezetésével tradicionális, illetve speciális gázellátó rendszer magvalósításához vezetett. A Linde Gáz Magyarország Zrt. ezzel a hegesztőlaboratóriumi háttérrel bázisfinanszírással rendelkezik, melynek keretében minden évben több alkalommal véggez hegesztő/forrasztó minősítéseket partnerei és saját dolgozói számára.

Az előadás külön kiemelte a hazai oktatási intézmények (egyetemek, főiskolák, középiskolák stb.) támogatását (oktatások, anyagi támogatások stb.), szakmai, tudományos szervezetekkel való jó kapcsolattartást (MHE tag-ság, MAGÉSZ párttoló tagság, GTE támogatás). A Magyar

Hegesztők Baráti Körének (MaHeBak) megalapításában a Linde komoly szerepet játszott, hosszú ideig munkatársra töltötte be a szervezet elnöki tisztjét.

A hazai hegesztési képzésben a szakmunkás szinttől a hegesztőszakmérnök szintig évente több alkalommal szerveznek oktatásokat, bemutatókat diákoknak, hallgatóknak, biztosítják a helyszínt nyári gyakorlatok, tudományos diákköri munkák, diplomatervek elkészítéséhez.

A tudományos és a gyakorlatban szerzett eredményekről, tapasztalatokról több mint 50 szacikket jelentettek meg (sok esetben, partnereikkel közös munkával) a hazai szaklapokban (Hegesztéstechnika, Acélszerkezetek stb.), tartottak előadásokat hazai rendezvényeken (Hegesztési Konferencia, Hegesztőfelelősök Tanácskozása, stb.). Számos magyar nyelvű szakmai ismertetőt, brosúrákat (például: katalógusok, gyakorlati tudnivalók) jelentettek meg az elmúlt 20 évben. Az említett szaklapok, szakkönyvek megjeleníthetősége, konferenciák fenntarthatósága „érdekében” a Linde Gáz Magyarország Zrt. folyamatos szponzori, hirdetési támogatást biztosít, résztvevője a hazai szakkiállításoknak, rendezvényeknek (MachTech, HegTech stb.).

Befejezésül az előadás rámutatott arra, hogy a vállalat több hegesztést/forrasztást érintő minősítéssel rendelkezik (MSZ EN ISO 3834-2, 9/2001 GM), amelyek keretében jelenleg 23 fő 58 db minősítéssel végzi a különböző gázellátó rendszerek építését, karbantartását.

A következő előadói blokkban néhány partnerüket kérték fel, hogy egy-egy témában foglalja össze felhasználói tapasztalatait.

Elsőként Dr. Dulin László beszélt az alumíniumszerkezetek gyártása során szükséges védőgázok összetételének, minőségének jelentőségéről.

Vajas Attila (Schwarzmueller Kft.), Jurányi Attila (Weinberg '94 Kft.) hegesztőfelelősök az ötvözetlen szerkezeti acélok fogyóelektrodás hegesztéséhez alkalmazható há-

romkomponensű gázok (Ar/CO₂/O₂) felhasználhatósági tapasztalatait mutatták be.

Balogh Dániel (Linde Gáz Magyarország Zrt.) vázolta fel annak a Lindénél kidolgozott mérési módszernek a lényegét, amivel a mai modern inverteres hegesztőgépek dinamikus viselkedései, áram/feszültség jelalakjai mérhetők és elemezhetők.

Pálinkás László (Crown International Kft.) a Lindénél – Cloos hegesztőgépeken – végzett vizsgálati eredményeit foglalta össze.

A Lincoln Electric képviselőjében Miskei Zoltán rövid előadásban mutatta be azt a hegesztőszimulátort, amelyet a cégnek köszönhetően a résztvevők az előadások közötti szünetekben ki is próbálhattak.

A délutáni szekcióban ismét a Zrt. munkatársai kaptak szót. Mérges Gábor biztonságtechnikai szakmérnök látványos kísérletekkel mutatta be a hegesztésben alkalmazott ipari gázok fő tulajdonságait, helytelen felhasználásból adódó veszélyeit.

Abaffy Károly alkalmazástechnikai mérnök a lézertechnológiák fejlődési irányait foglalta össze elsősorban gázszállítói szempontból. Összehasonlította a hagyományos gázlézerekkel, valamint a ma egyre inkább terjedő, ún. fibre lézerekkel végezhető vágások, hegesztések technológiai jellemzőit, különbségeit.

Fölkl Péter szakértő a hegesztőberendezések, valamint egyéb eszközök időszakos felülvizsgálatainak tapasztalatairól beszélt, ugyanis a 143/2004 GKM rendelet (Hegesztési Biztonsági Szabályzat) szerinti vizsgálatokat a vállalat hosszú ideje végzi partnereivel.

Végezetül Sztéránku Milán hegesztési eszközök és anyagok értékesítésében dolgozó munkatárs foglalta össze azt a tevékenységet, amellyel a Linde az elmúlt 5-6 év alatt a gázforgalmazását kiegészítette a legfontosabb hegesztést érintő eszközök, anyagok értékesítésével. Az érdeklődők megtekinthették a Linde inverter technológiájú hegesztőgépeit (MMA, TIG), a Linde márkájú, fényre sötétedő automata fejpajzsot, a Linde nyomáscsökkentőket és sok más kiegészítő és biztonságtechnikai felszerelést is, mint például a hegesztőpisztolyokat, a visszaégésgátlókat, a védőszemüvegeket, a védőkesztyűket, a különféle vágó- és köszörűkorongokat.

A Linde Gáz Magyarország Zrt. büszke arra, hogy a hegesztési eszközöket már nem csak telephelyein és egyes lerakataiban vásárolhatják meg a vevők, hanem megrendelhetik a www.hegesztesieszkoz.hu címen elérhető webáruházon keresztül is.

A Linde munkatársai számára ez a nap nem csak szakmailag volt hasznos, hanem a partnerekkel, vevőkkel való kapcsolat ápolása, elmélyítése szempontjából is nagy je-

lentőséggel bírt. A szimpóziumon elhangzott előadások „pdf” formátumban letölthetők a www.hegesztesieszkoz.hu honlapról.

A Linde Gáz Magyarország Zrt. reméli, hogy nem csak egyszeri alkalom volt a Hegesztési szimpózium megrendezése, hanem ezzel hagyományt teremthetnek és időről-időre köszönhetik vevőiket hasonló rendezvényeken.

Linde Gáz Magyarország Zrt.

A Linde Gáz Magyarország Zrt. több mint 43 milliárdos forgalmával és 500 alkalmazottjával Magyarország legnagyobb műszaki és egészségügyi gázokat előállító és forgalmazó vállalata. Az öt telephelyen gyártott ipari gáz-termékek értékesítését országszerte közel 150 le-rakat végzi.

A Linde műszaki gázai – oxigén, nitrogén, argon (az úgynevezett levegőgázok), továbbá szén-dioxid, hidrogén, acetilén és hegesztési védőgázok, valamint egyéb nemesgázok, éghető gázok, orvosi gázok, „gázgyógyszerek”, elektronikai gázok, nagy tisztaságú gázok, vizsgálógázok és gázkeverékek – jelen0 vannak az ipar szinte minden területén éppúgy, mint a kutatásban és gyógyászatban.

Amennyiben többet szeretne megtudni a Linde Gáz Magyarország Zrt.-ről, látogasson el honlapjukra:

www.lindegas.hu

Walter Lutz, okl. mérnök, szabadúszó újságíró

Tempó a vasúti közlekedésben

Az SMW GmbH & Co. KG egyike az IRIS- és a DB-tanúsítvánnyal rendelkező vasúti ágazat beszállítóinak. Gyártmányait – vasúti forgóvázakat; elővárosi-, és személyszállító vonatok, valamint villamos kocsik önhordó szerkezeteit; motortartó szerkezeteket és ütközőket – vasúti járműveket forgalmazó vállalatoknak értékesíti. A Cloos cég (Németország, Haiger) az új Rapid Weld eljárásával már a jövőre gondol: a nagyteljesítményű, fröcskölés mentes hegesztési eljárással lerövidül a gyártási idő, a varratminőség jelentősen javul még a nagyméretű varratok esetén is.

Az SMW eredményesen hajthatja végre a hegesztési feladatokat az új Rapid Weld, nagyteljesítményű hegesztési eljárással. A 20.000 m² alapterületű gyártóműhely bejárásakor kiderült, hogy az SMW egy olyan kiemelt vállalat, mely hozzáértő munkatársaival, jól átgondolt anyagmozgatással és fejlett gyártási technológiájával építi piaci pozícióját. Az egykori keletnémet hagyományos harckocsi-javító üzemet – az átvételt követően – Eckhard Gellich, a Mettmanner vállalatától, következetesen modernizálta, és ezzel a nemzetközi vasúti járműágazat partnerévé tette. „Fáradtságos munkával, 150 alkalmazottal és 15 ipari tanulóval mintegy 15 millió euró a forgalmunk”, mondta az SMW üzletigazgatója Manfred Biber.

A megfelelő minőség biztosítására, a vállalat magas szintű gyártási technológiával dolgozik: minden lényeges gyártási folyamat házon belül áll rendelkezésre úgymint a fémlemezek darabolása, megmunkálása, fúrás, esztergálás, marás és csiszolás, valamint a különböző hegesztési eljárások. Saját szerszámgép-részleg biztosítja az idomszereket, a rögzítő szerkezeteket, illetve a különleges szerszámokat, melyekre a biztonsági berendezések gyártásánál van szükség. Saját hőkezelő kemencével rendelkeznek, a nagyobb munkadarabok hőkezeléséhez. Acélszemcse-szórással és

vízbázisú festéssel alakítható ki az egyes alkatrészek megfelelő felülete. Így az összeszerelési állomáson már a komplett szerkezet összeállítható, beleértve a hidraulikus-, és elektromos egységeket is. A minőség biztosítására az SMW rendelkezik 3-utas CNC mérőgéppel, illetve egyéb mérőeszközökkel.

A biztonsági alkatrészekhez szükséges hegesztéstechnika

„A hegesztéstechnikában már évek óta a megbízható CLOOS technikát alkalmazzuk” – mondja Wolfgang Schulz üzemvezető. „A számos impulzusos hegesztő áramforrás mellett, melyet kézi hegesztőállomásokon alkalmazunk, 2004 óta három, Haigerben készült hegesztő robotberendezést is használunk, amelyeket a sorozatgyártásban alkalmazzuk. Például a neubrandenburgi üzemünket évente 25.000 vasúti ütközőt hagyja el, amiket vasúti mozdonyokhoz és vagonokhoz gyártunk”. Manfred Biber ügyvezető igazgató mondja: – „Megrendeltünk az új QIROX® sorozatból egy robotot, mely a számos újítás eredményeként, hatalmas előnyt jelenthet a munkadarabok hatékonyabb gyártásában. Ezzel a megrendeléssel is azt bizonyítjuk, hogy a lehető legjobban meg vagyunk elégedve a CLOOS megoldásokkal”.

folytatás a 84. oldalon



A korszerű vasúti forgóvázak – melyek súlya 800 és 1000 kg között lehet – hegesztésénél 60÷150 folyóméter hosszúságú varrat fordul elő.

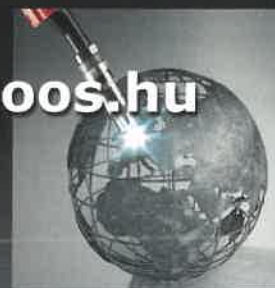


A Rapid Weld nagyteljesítményű hegesztési eljárás: optimális beolvadási mélység, tökéletes a gyök, mint az itt, egy sarokvarratnál látható.



Az erősen fókuszált villamos ív garantálja a biztos gyök kialakítását.

Hegesztés a világhálón = www.cloos.hu



QIROX hegesztőrobotok

qirox

CLOOS

Weld your way.

qineo

QINEO hegesztőgépek



Látogasson el megújult honlapunkra!

Naprakész cég- és termék információk, ismertetőik.

Crown International Kft.

1163 Budapest Vámosgyörk u. 31. Tel: +36 1/ 402-0185 Fax: +36 1/ 403-2243

E-mail: info@cloos.hu

Az említett paraméterek mérésére szolgáló szenzorokból érkező adatok, a hőprofil-szkennerek adataihoz hasonlóan az ipari számítógépbe érkeznek, majd itt kerülnek feldolgozásra.

A 4. ábrán látható az ipari számítógép kijelzője, amin követhető a vizsgált paraméterek:

- feszültség
- teljesítmény
- frekvencia
- hegesztési sebesség
- hőmennyiség
- varratszélesség
- maximális hőmérséklet
- a hőprofil szimmetriájának eltérése.

A paraméterek mellett megjelenik a már említett virtuális hőkép, a program száma, amely meghatározza, hogy mely paramétereket vizsgálja a mérőrendszer, és hogy milyen értékekhez viszonyítja azokat.

Varratok automatizált ellenőrzése lézeres optikai és örvényáramos vizsgálattal, ezek hatékonyságának összehasonlítása a hőprofil-szkennerek mérőrendszerrel

Automatizált csőhegesztés varratainak vizsgálatára gyakorlatban elterjedt korszerű módszerek a lézeres optikai, valamint az örvényáramos vizsgálatok.

Örvényáramos vizsgálat során a villamosan vezető munkadarab köré vagy felett elhelyezett elektromágneses te-

kercsben váltakozó áram folyik át, ami a tekercs körüli térben váltakozó mágneses mezőt gerjeszt. A mágneses mező hatására a munkadarabban váltakozó áram indukálódik, amit örvényáramnak nevezünk, ami maga is mágneses mezőt gerjeszt. A munkadarab felületi rétegében fellépő eltérések megváltoztatják az örvényáram nagyságát, ebből adódóan pedig az általa gerjesztett mágneses teret is, mely elektronikus eszközökkel mérhető, és ebből lehet következtetni az előforduló hibára, eltérésre [5].

A vizsgálat jellegéből adódóan az örvényáramos módszer hibafeltárása kizárólag az anyagfolytonossági hiányok kimutatására szorítkozik. Így az olyan eltérések, mint például a varratvonal eltolódás, a nem megfelelő illesztés és hideg hegedés nem mutathatók ki ezen eljárással, míg a hőprofil-szkennerek mérőrendszer tudja ezeket az eltéréseket kezelni, valamint a pórusok, elégtelen beolvasás is kedvezőbben kimutatható ez utóbbi eljárással [4].

Optikai lézeres varratvizsgálat esetén a varratvonal felületére síkszerű lézernyalábot sugároznak, ahonnan a sugarak szétszóródnak és a felületről különböző irányokban visszaverődnek. A visszaverődött sugarakat egy az érzékelő előtt elhelyezett fókuszáló lencse fogja fel és továbbítja a képérzékelő egységbe [6].

A beolvasott adatokat számítógép alakítja át a letapogatott varratfelület 3D-s képévé, egy algoritmus pedig kiszűri a vizsgált varratszakasz felületi rétegében előforduló eltéréseket.

A felületi réteg vizsgálata korlátozza a hibakimutathatóságot, a pórusok, beolvasási hiány, felület alatti eltérések

nem jelezhetők. Ezzel szemben a hőprofil-szkennerek ezen eltérések is gond nélkül kimutathatók.

Irodalomjegyzék

- [1] Szunyogh László: Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, pp 296–297
- [2] www.invisuale.com/solutions/thermal-welding-inspection/tube-and-pipe.html
- [3] WeldQAS-TPS3 ThermoProfilScanner kezelési útmutató. HKS Prozesstechnik GmbH, Halle (D), 2009
- [4] <http://hks-prozesstechnik.de/fileadmin/uploads/Downloads/tps-3-presentation-engl.pdf>
- [5] Tóth László, Serge Crutzen: Roncsolásmentes vizsgálatok, azok megbízhatósága és következményei. Miskolci Egyetem Soksorosító Üzeme, Miskolc, 1999, pp 27–29
- [6] Wei Huang, Radovan Kovacevic: A Laser-Based Vision System for Weld Quality Inspection. Sensors, 2011, pp 506–521

Abstract

For the monitoring of welded seams of tubes made by high frequency induction welding the thermal profile scanner can carry out the task without interfering in the production, by measuring the changes of infrared radiation of the seam. Aside from monitoring the thermal profile of the seam, the measuring system also follows the welding parameters, and by these two components can it conclude to weld defects and nonconformities that occur during the welding process.

*Kovács Csaba REHM Kft.

**Püspöki Péter Máté REHM Kft.

***Dr. Volker Schauder HKS Prozesstechnik GmbH

Füst- és pormentes hegesztő munkahelyek helyi elszívó/szűrő berendezésekkel

EMGÉ-V
Légszűrőtechnikai Kft.

Alkalmazási területek:

- Ív- és lánghegesztés
- Láng-, plazma- és lézervágás
- Forgácsolás
- Homok- és szemcseszórás
- Füstelszívás
- Vegyszer porok és gőzök elszívása, leválasztása



Kérje segítségünket munka és környezetvédelmi problémáinak megoldásában!

Állapotfelmérés, Tanácsadás, Tervezés, Kulcsrakész kivitelezés

EMGÉ-V Légszűrőtechnikai Kft.
Tel.: (1) 436 9304 Fax: (1) 436 9303

1031 Budapest, Vizimolnár u. 48.
E-mail: emge-v@emge-v.hu

<http://www.emge-v.hu>



rofa

seit 1897

Hegesztőruházat, ami tényleg megvéd

Minőségi német védőruházatok

Az Ön kapcsolata:

Mező Tünde, 0036 30 6646322,

mezoet@rofa.de www.rofa.de

Az EWF tevékenysége a 2011. évben

Rövidített beszámoló – az EWF éves jelentése alapján

Működési stabilitás

A QUALCERT Képzési, Oktatási és Tanúsítási Rendszer újabb stabil évet zárt, mivel az előző évi eredményekhez hasonlót ért el.

A pénzügyi helyzet megnyugtató, a mérleg pozitív eredményt mutat, körülbelül 15.000.- €.

EWF oklevelek

A kiadott diplomák száma növekedett, és ez jó előrejelzés a 2012. évre.

Új képzési terület

Az EN 1090-2 bevezetéséhez a hegesztési felelősökre vonatkozóan kidolgozott új továbbképzési irányelv lépett érvénybe. (lásd még lentebb) Egy munkacsoport az EN 1090 speciális követelményeit tanulmányozta az Építési Termékekre vonatkozó EU irányelvvel (EU 305 Rendelettel) összhangban.

Új EWF-tag

Macedónia. A felvételét az EWF 2011. évi novemberi közgyűlésén szavazták meg.

Az EWF koordinálta projektek

Az egyes projekttevékenységek hatékonyságát bizonyítja, hogy több mint 30%-kal nőtt a bevétel és az EWF tagszervezetek az elért eredményeket hasznosítják.

A *műanyag* hegesztők részére kidolgozott oktatási anyag és módszertan – ami virtuális hegesztő berendezés alkalmazásával bővült, és amelyet a képzésben hasznosítanak – is igazolja a jelzett eredményeket.

A CSR (Corporate Social Responsibility – vállalatok társadalmi felelősségvállalása) az elfogadott projektek közül az egyik és feltételezhetően jelentős hatással lesz az EWF hálózatra.

Az EWF Tanácsadó Csoport munkája

Az általa szervezett megbeszélések során újabb, innovációs gondolatokat rögzítettek.

Az elképzelések az egyes országokból, régiókból érkeztek, és a tevékenységet az EWF elnöke irányította.

A *stratégiai terv* is megújult – és várhatóan 2012-ben kiadják.

Az EWF részvétele jelentős

konferenciákon és szervezetekben

A *Szociális Partnerek szerepe az Európai Eszközök és Elvek Bevezetése* című rendezvényre az EWF meghívott volt, és itt bemutatta a „Harmonizált Képzési, Oktatási, Minősítési és Tanúsítási Rendszerét”, mint példát a minősítések európai harmonizációjára, amely kapcsolódik az EU céljaihoz, amelyet az EQF – European Qualification Framework – határozott meg. Ezt az EWF Rendszert jelenleg több EU publikáció is megemlíti.

Együttműködés az EA-val (European Accreditation) az EWF-re vonatkozóan pozitív irányt vett, mivel az EWF részt vesz az EA Tanúsítási Bizottságában (EACC – European Accreditation Certification Committee) és az EACC – munkacsoportjában, amelynek feladata az EA 6/02 jelzetű dokumentáció felülvizsgálata.

EWF és a CEDEFOP közötti kapcsolatok Jó irányba haladnak. A konferencián bemutatták az „EWF – Harmonizált Képzési, Oktatási, Minősítési és Tanúsítási Rendszer”-t.

A cél itt is az volt, hogy az EQF, az EWF rendszerét, mint „Best Practice”-t (Legjobb Gyakorlatot) ítélje meg.

Az EWF társadalmi tevékenységei

Az EU-ban dolgozó fiatal hegesztők versenyre 2013-ban ESSEN-ben lesz a vásár, kiállítás idején. Ezen 11 EWF tagszervezet vesz részt – a résztvevők száma növekszik.

A legjobb európai hegesztési felelős

címre lehet pályázni – a felhívás 2011. év végén jelent meg.

„EWE Diploma Honoris Causa” – cím, illetve kitüntetés, mint új felvetés jelent meg.

EWF kommunikációs tevékenységei

Az EWF vonatkozású tevékenységek terjesztése, közre adása folyamatos. Ezt támasztja alá, hogy a honlap látogatottsága – mint mérőkövet – elérte az egy millió megkeresést.

- Az EWF honlapja megújult, és most sokkal könnyebbé vált a műszaki információk, a reklám, a hirdetések elérése. Egy új eszköz a „TOOLS” amely a honlapon elérhető, és ez lehetővé teszi a „Hegesztési szótár”, a „Hegesztési Kalkulátor” és az egyes projektek eredményeinek elérését.

- A Facebook forgalma növekedett.
- Az EWF App Store kiépítése megkezdődött. Ez a hegesztési terminológiai 11 nyelvű szótárt tartalmazza majd és ki egészül a megértést megkönnyítő ábrákkal, fényképekkel és videókkal.
- YouTube oldal is készült, ami a hegesztéssel kapcsolatos azon videók terjesztésére szolgál, amelyek az EWF hálózaton vannak.

EWF 2011. évi munkáját bemutató néhány jellemző adat:

Diplomák (EWE, EWT, EWS, EWP, EWIP, EW) kiadása:

Az EWF-ANB-k közül 28 tag adott ki diplomát és 12 nem.

Az EWF-ANB-k által kiadott diplomák számának változása: 2011. évben 2522 db volt és ez kerekben 20% növekedés a 2010. évben kiadottakhoz viszonyítva.

Az összes EWF diploma száma: 2005-ben: 98780 és 2011-ben: 114730 db.

Az IIW-ANB-k által kiadott diplomák száma a 2010-hez képest 1%-al nőtt, és 10.258 db.

EN ISO 3834 SZERINTI EWF ÜZEMTANUSÍTÁS:

- új tanúsítások 2011. évben: 118 db. A növekedés 10% a 2010. évhez viszonyítva.
- megújítás: 37 db. – a csökkenés 52% 2010. évhez viszonyítva.
- lejárt és meg nem újított: 107 db.
- összes érvényes tanúsítás: 489 db.

Az EWF FELÜLVIZSGÁLAT ALATTI ILLETVE ÚJ DOKUMENTUMAI:

- EWF-647r1-11: Rules for ANBs Operating EWF Scheme for Certification of Welders – új kiadás,
- EWF-651-1-Draft 2 European Laser Processing Personal – felülvizsgálat alatt van,
- EWF-652r1-11. Dedicate knowledge for Personnel with Responsibility for Welding Coordination to comply with EN 1090-2 – új kiadás,
- EWF-459-01-ETSS, EWF-505-01-ETS, EWF-592-01-ETSP – Guideline for Thermal Spraying – felülvizsgálat alatt van.

Összeállította: Dr. Gremesberger Géza



A Done-It projekt aktualitásai

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use, which may be made of the information contained therein.

Ez a projekt az Európai Unió támogatásával folyik. Minden információ és közlemény a szerző felelőssége, az Európai Unió nem vállal felelősséget bármely megjelent közlésért jelen kiadványban.

Az MHTe által gondozott Done-It projekt, idén a második és egyben záró évébe került. A 2012-es év második felében a projekt zárása és az elért eredmények összegzése mellett a legfontosabb feladat a rendszer tesztelése és a folyamatos képzés lesz.

Az előző időszakban eljutottunk a projekt alapjául szolgáló program kifejlesztésének első sarokpontjához, a már használható szoftver kialakításához. Most már a program végleges változatát használhatjuk, ami letölthető a Done-It honlapról. A valóban használható, és minden oktatói és vizsgáztatói igénynek megfelelni képes program kialakítása csak hosszas tesztelések után lett sikeres. A tesztelések során számos helyen eltérő környezeti adottságok között tartottunk oktatásokat és bemutatókat. Minden esetben oktatókat és vizsgáztatókat hívtunk meg a bemutatókra és tréningekre.

Bemutattuk a projekt eddigi eredményeit, használtuk a programot és a videokonferencia lehetőségeit kihasználva több on-line bemutatót tartottunk a norvég partnerünk közreműködésével.

A Done-It projekt célkitűzésének megvalósítása a mobil Smartphone tanuló értékelő rendszer alkalmazásával lehetséges. Ez olyan új eszközt biztosít az oktató számára, amellyel ellenőrzést adhat vagy alapos visszacsatolást küldhet egyénenként vagy akár a teljes tanulócsoportnak, közvetlenül a mérés vagy vizsgáztatás után. Ez egy kulcsfontosságú tényező, amely segíti a tanulókat készségeik fejlesztésében, az aktív és együttműködő tanulás keretében. Az első „Oktasd az Oktatót” tréningünk keretében már testközelből próbálhatták ki a résztvevők a szoftver és az iPod működését. A tapasztalatok jók, és a rendszer használata hasznosnak bizonyult.

A bemutatókon keresztül láthatóvá vált, hogy a mobil technológia új értékelési dimenziót biztosít az oktatás és a továbbképzés számára.

A projekt eredményeként a mobil tanuló értékelő rendszer, amelyet csoportokon belüli kísérletekhez, de távoktatáshoz is használhatunk, új kaput nyit meg a hallgatók számára az aktív tanulás felé. A beépített, automatikus osztályozó rendszer pedig azonnal ad statisztikai és vizsga eredményeket a vizsgaközpontnak.

A komplex rendszer elnevezése Pele (Peer Learning Assessment Software), aminek bemutatása és további tesztelése az év második felében is folytatódik. Elképzeléseink szerint az ország több pontján az MHTe partnereinél kerül bemutatásra a rendszer az őszi folyamán.

Az eddigi vélemények alapján azt mondhatjuk, hogy az új nyitott mobil technológia-alapú értékelési szolgáltatások segítséget nyújtanak a jövőben hatékonyabb oktatáshoz, és eredményesebb tanulókörzpontú képzések megvalósításához.

A programmal kapcsolatos további eredményeket folyamatosan nyomon lehet követni az MHTe honlapján.



ACCESSWELD- projekt aktualitásai

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use, which may be made of the information contained therein.

Ez a projekt az Európai Unió támogatásával folyik. Minden információ és közlemény a szerző felelőssége, az Európai Unió nem vállal felelősséget bármely megjelent közlésért jelen kiadványban.

A projekt kidolgozásának legújabb fázisa az elmúlt időszak tevékenységének áttekintése volt, mivel az év végével a projekt lezárásának fázisa kezdődik.

Az elmúlt időszakban a programnak megfelelően a következő projektelemek készültek el:

- a projektet bemutató ismeretető. Ezt az érdeklődők a legutóbbi EXPO-n már elvették,
- a nemzeti szemináriumok szervezéséhez módszertani útmutató,
- a projekt kézikönyve,
- az együttműködő iskolák kiválasztása,
- az együttműködési kapcsolatok

– rögzítésének irányelvei, és az együttműködés előkészítése,

- a diákok és a tanárok, oktatóknak tartandó prezentáció vázlata,
- felkészülés a prezentáció megtartására,
- a projekt bővebb ismertetésére szolgáló poszter magyar fordítása.

Előrehaladt a számítógépes-játék szoftverének kidolgozása – ez egyébként a projekt központi elme.

A projekt – a számítógépes-játék – prezentációja az őszi, illetve téli folyamán több oktatási intézményben megtörténhet.

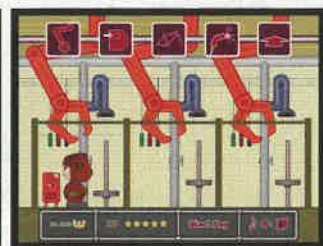


WELDPLAY

A „Legyünk Hegesztők” számítógépes játék az EU Leonardo da Vinci projektje, társfinanszírozója az EU Bizottság – az Élethosszig Tartó Tanulás Program keretében

A „Legyünk Hegesztők” játékos új megközelítés a hegesztés oktatásához!

Az első interaktív számítógépes játék, amikor magad irányíthatod a saját hegesztő műhelyed munkáját



Képes leszel arra, hogy:

- Szerzőtessd, kiválaszd a hegesztő csoportot
- Gyakoroltasd őket és fejleszd készségüket, ügyességüket
- Hegesztéssel különböző típusú gyártmányok tucatját állítsd elő



www.accessweld.net

WELDPLAY JÁTÉK: „Legyünk Hegesztők” – az EU Leonardo da Vinci projektje, társfinanszírozója az EU Bizottság – az Élethosszig Tartó Tanulás Program keretében



Ez a projekt az európai és nemzeti támogatással készült. A kiadvány csak a szerző véleményét tükrözi és nem feltétlenül felel meg az EU Bizottság véleményének.



Befejeződik az Europlast projekt

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use, which may be made of the information contained therein.

Ez a projekt az Európai Unió támogatásával folyik. Minden információ és közlemény a szerző felelőssége, az Európai Unió nem vállal felelősséget bármely megjelent közlésért jelen kiadványban.

24 hónapos munka végéhez közeledve 2012. szeptember 30-ával lezárul az Europlast projekt. A norvég főpályázó mellett szlovén, szlovák és magyar partnerek részvételével folytak a találkozók. A feladat elosztások a tanfolyami tananyagok elkészítése és tanfolyamok megszervezése, az eredmények értékelése és jövőbeni felhasználásuk voltak a teendők.

Emlékeztetőül olvasóinknak az Europlast projektről, a „Hegesztéstechnika” minden számban beszámoltunk a folyó munkáról, sőt honlapunkon a www.mhte.hu elérhetőségen is.

Mint a mozaikcíméből is kiderül a projekt nemzetközi volt, és a műanyagokkal foglalkozott. Cél az volt, hogy bemutassunk egy alternatív oktatási módszert. Nemcsak a régen alkalmazott pedagógiai módszerrel lehet oktatni, azaz a tanár és a diák osztálytermi interaktív eszmecserején alapulhat az oktatás, de a termék-alapú oktatás is egy alternatív pedagógiai módszer lehet. Melyik a jobb, melyik az eredményesebb megkérdeztük a diákokat és a felnőtt hallgatókat, és a véleményüket összefoglaltuk. Az utóbbi módszer eredménye, hogy a diák biztosan megtanul hegesztetni, mert tudása egy konkrét termék előállításán keresztül jut el hozzá. Látja, gyakorolja sőt ellenőrzi is a gyártási folyamatot. A projekt során elkészült a termék-orientált oktatási módszertan, tematika és oktatási tananyag. Minden ország 2–2 tanfolyamot szervezett és értékelte ki. A projekt főpályázójának illetve a konzorciumi honlapon elérhetők az eredmények: www.histprojekt.no/europlast. Az oktatási elemek tartalma:

1. Bemutatkozás

A Modulok tartalmának megértése, a tartalma és a vizsga körülményei

1. A termék alapú oktatás lényege
P=gyakorlat, T=elmélet, Te=szöveg,
Pi=kép, V= videó/ VS= rövid video,
VL= hosszú video, CL= ellenőrző lista
2. A tanfolyam órabeosztása és felépítése
3. A tanfolyam lebonyolítása
4. Hogyan alkalmazzuk a videókat?
5. A vizsga

Értse meg a jelölt a termék alapú oktatás lényegét, mely az EWF Modul 4-re épül,

továbbá, hogy hogyan kell vizsgálni illetve értékelni a tanfolyami munkát

2. A megrendelés

Meg kell érteni a gyártási terv fogalmát, azonosítani a tervezett kötés típusokat, és megismerni a hőre lágyuló műanyagokat, különös tekintettel a polietilénre.

Gyártási terv, Megrendelés, Anyagjegyzék, Műveleti utasítás, Ellenőrzési terv, Nem megfelelőségi jegyzőkönyv

1. Kötéstípusok.
2. Hegesztési jelek
3. A műanyagokról
4. A műanyagok alkalmazása
5. A műanyagok gyártása
6. A polietilénről

Részletezni a különféle műanyagokat, azok jellemzőit. Le kell írni, hogy a műanyagoknál milyen kötéstípusokat alkalmaznak. Meg kell ismertetni a jelölteket az alapvető hegesztési jelölésekkel. Le kell írni, az alapvető műanyag előállítási módszereket. Hol alkalmazzák jellemzően a műanyagokat?

3. Az anyagok vágása

Megértetni a jelöltekkel a hegesztés előtti előkészítés fajtáit a geometriai él előkészítést a tisztítást, különös tekintettel az hegesztendő elemekre. Az egyik legfontosabb elem itt a munka és egészségvédelem vágáskor, illusztrálva a munkavédelmi eszközöket. Bemutatni a raktározás módját, a csövek és lemezek vonatkozásában.

1. Anyagok vágása
2. Biztonságos emelés/ raktározás
3. Munkavédelem vágáskor
4. Vágóeszközök
5. A vágóeszközök munkavédelme
6. Anyagok raktározása
7. Videók vágásról

A jelölt értse az anyagok hegesztés előtti tisztításának és vágásának fogalmát. Képes legyen azonosítani a veszélyforrásokat, anyagok előkészítésénél és vágásánál használt eszközök alkalmazása esetén. Tudja a jelölt, hogy milyen védőeszközöket kell használnia. Ismerje a vágóeszközöket és kezelésiüket. A jelölt ismerje az alapanyagok és a hegesztési hozaganyagok tárolásának és kezelésének rendjét.

4. Előkészületek

A hegesztés előtti legfontosabb tennivalók ismertetése.

1. Hegesztési utasítások
2. Szabványismeret
3. Tisztítási ismeretek
4. Időjárás elleni védelem
5. Video- időjárás elleni védelemről
6. Video-tisztításról

Legyen teljes körű ismerete a jelöltnek a (WPS) a hegesztési utasítás tartalmáról. Tudja a jelölt azokat a lényeges változókat, melyek befolyásolják az él előkészítés módját és a tisztítás technológiáját. A jelölt tudjon alkalmazni megfelelő módszert időjárás elleni védelemre. Tudja alkalmazni a megfelelő szabványokat.

5. Összeállítás

A legfontosabb személyvédelmi eszközök bemutatása és alkalmazása. A hegesztett kötés összeállításának alapvető műveletei. A helyesen összeállított szerkezeti elemek él-előkészítéseinek ellenőrzése és tűrései

1. Alapvető személyvédelem
2. Szerelési eszközök alkalmazása
3. Tűrések
4. Él-előkészítések
5. Video-él-előkészítésekre
6. Video-összeállításra

A tudatos alkalmazása a legfontosabb személyi védelmek során hegesztéskor A jelölt ismerje meg a hegesztett kötések előkészítéseinek lépéseit A jelölt legyen képes önellenőrzést végezni az összeállított szerkezeti hegesztő elemek előkészített tervezett kötésein.

6. Hegesztés

Az alkalmazott hegesztési eljárások elvei. A hegesztési lényeges változók hatásai a kötésre. Megérteni az elektrofúziós és hevítőelemes hegesztési eljárás közötti különbséget. Megérteni, hogy melyek a közös és nem közös folytonossági hiányok melyek a hegesztési eljárások alkalmazása esetén keletkezhetnek.

1. Az elektrofúziós és hevítőelemes tompa nyomóhegesztés elve
2. Hegesztési paraméterek
3. A tokos hegesztés elve
4. A nyereghegesztés elve
5. A két hegesztési eljárás kiválasztása
6. A PE szám hatása
7. A rosszul alkalmazott paraméterek hatásai
8. Video: a rosszul alkalmazott paraméterek hatásairól

9. Video: a hegesztési eljárásokról
10. Mechanikus egyéb kötésekéről

Leírni az egyes hegesztési eljárások főbb lépéseit. Leírni a lényeges változók hatásait. Elemezni a hevítőelemes és az elektrofúziós hegesztési eljárások közötti különbséget. Bemutatni a keletkezett folytonossági hiányfajtákat.

7. Minősítés és ellenőrzés

A roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok és azok eredményeinek elemzése. A hegesztési eljárások során keletkezett folytonossági hiányok típusai és hatásai az elfogadási szabványkritériumok tükrében. A hegesztési képesítések és tanúsítványok azok érvényességi területei.

1. Szemrevételezéses ellenőrzés
2. Lefejtő vizsgálat
3. Nyomáspróba
4. Átütési vizsgálat
5. A folytonossági hiányok
6. A folytonossági hiányok keletkezése
7. A folytonossági hiányok hatása a kötésre
8. Elfogadási kritériumok
9. Hegesztési tanúsítványok
10. A hegesztési tanúsítványok szintjei
11. Video:Folytonossági hiányokról
12. Video:A folytonossági hiányok hatása-iról

A roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálati eljárások elveinek leírása az azokkal feltárható folytonossági hiányok. A hegesztett kötések elfogadási szintjei. A legfontosabb folytonossági hiányok típusai és keletkezésük okai. A hegesztési tanúsítványok jellegzetességei.

8. Dokumentálás/értékelés

A legfontosabb szempontok megismerése, hogy a terméken található varratok megfelelőségét hogyan kell dokumentálni. A termék kiszállításának feltételei. A termékgyártás, szerelés felelősségi szintjei

1. A hegesztési jegyzőkönyvek összeállítása
2. Kézi és gépi jegyzőkönyvek
3. A termék kiszállítása
4. Termék megfelelőség
5. Értékelési tevékenység

A kézi és gépi úton előállított jegyzőkönyvek fajtái és tartalmuk. A kiszállítás felszabadításának a lépései. Egy működő gyártási folyamat felelősségi szintjeinek bemutatása és megismerése. A folyamatok értékelésének módszerei és alkalmazásuk.

Gayer Béla



Oktatásügyi és Kulturális Főigazgatóság
Az egész életen át tartó tanulás programja

INFORMÁCIÓ AZ EU PÁLYÁZATOKRÓL

EN 1090-projekt aktualitásai

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

Ez a projekt az Európai Unió támogatásával folyik. Minden információ és közlemény a szerző felelőssége, az Európai Unió nem vállal felelősséget bármely megjelent közlésért jelen kiadványban.

A témára vonatkozóan készült és van hivatalosan kiadott képzési irányelv:

EFW – 652r-1-11 (20.Oct.2011):

„Dedicated Knowledge for Personnel with responsibility for Welding Coordination to comply with EN-1090-2/EFW
Igény esetén az MhTE tanfolyamot megszervezi.

EU – finanszírozta projekt:

A projekt résztvevői június hónap folyamán az MhTE-ben találkoztak és áttekintették a norvég, a spanyol és a hazai felkészülés és gyakorlati folyamatait.

A konzorcium tudomásul vette a német partner kilépését.

Megállapodás született a „Legjobb Gyakorlat” – (Best Practice) alkalmazására. Az MhTE ehhez előzetes módszertani anyagot készített.

Ezt és a többi az EN 1090 alkalmazásával kapcsolatos kérdést az EWF novemberi közgyűlése után a konzorciumi tagok Madridban fogják megtárgyalni.

Itt készülnek fel a „Leonardo da Vinci – Lifelong, Learning Programme” keretein belüli „MOBILITÁS” támogatás év végi lezárása is.

dr. Gremesperger Géza



WELDIMP

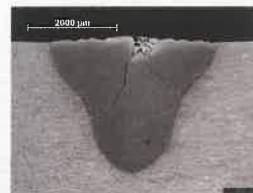
HEGESZTÉSI FOLYTATÓSSÁGI HIÁNYOK SZÓTÁRA

Ennek a projektnek a célja a kezdő hegesztő tanulók teljesítményének javítása a hegesztési folytonossági hiányok szakkifejezéseit és meghatározásait tartalmazó multimédiás szótár létrehozásával.

Ez az oktatás során egy olyan innovatív eszköz használatát teszi lehetővé, ami egy a hegesztőképzésben hiányos területre fókuszál, a hegesztési folytonossági hiányokra.

A WELDIMP konzorcium az EWF hálózat öt nemzeti testületéből áll: ISPL (Lengyelország), ISQ (Portugália), MhTE (Magyarország), ASR (Románia) és IIS (Olaszország). A munka 2011. novemberben kezdődött, és még két évig, 2013. októberig folytatódik.

A résztvevő szervezetek az országok fő hegesztési intézményei, ami különösen alkalmas teszi őket arra, hogy kezeljék a különböző nemzetek hegesztő közösségeinek igényeit. Továbbá, a 31 tagország EWF hálózata lesz az egységes és hatékony terjesztési stratégia fő illetékes szerve.



A projekt végeredményei a következők lesznek:

- ◆ Egy szótár, ami tartalmazza a hegesztési folytonossági hiányok szakkifejezéseit és meghatározásait angolul, németül, franciául, lengyelül, portugálul, magyarul, olaszul és románul.
- ◆ A fémfeldolgozó iparágban használt sajtolt hegesztés és ömlesztő hegesztéshez kapcsolódó körülbelül 200 folytonossági hiány szakkifejezésének fordítása.
- ◆ Egy multimédiás hegesztési szótár elektronikus formátumban az előzőekben megemlített összes nyelven.
- ◆ A megfelelő nyelvi készségek elérése a hegesztési technológiák területén, különösen a hegesztési folytonossági hiányokhoz kapcsolódva.

További információért kérjük, lépjen kapcsolatba az alábbi projekt partnerek egyikével:



www.mhite.hu

www.weld.be

www.isq.pt

www.asr.ro

www.iis.it

www.ispl.it

www.weldimp.com

A projekt finanszírozása az Európai Unió támogatásával történt. A konzorciumban csak a nemzeti testületek és a konzorcium nem tehető felelős a benne található információk pontosságáért.



KÖNYVAJÁNLO

Épületgépészeti szakmai könyvsorozat



Elkészült az épületgépész szakmai oktatás összes szakágának tananyagát tartalmazó 11 kötetből álló jegyzetsorozat. A tankönyveket a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara szakértői által kidolgozott 2011-es OKJ-ban meghatározott épületgépészeti szakképzésekhez tartozó szakmai modulok tananyagtartalma alapján dolgozták fel.

Az új jegyzetek fejezetei tartalmazzák az elméleti ismeretek megértését elősegítő számításokat, gyakorló feladatokat, és azok megoldását, gyakorlati tudásanyagát. A szakképzésbe először bekapcsolódó tanulók megismerhetik a korszerű rendszerelemeket, az üzembe helyezés, a beállítás, az üzemeltetés módját, műveletek eszközeit, műszereit.

A jegyzetek 30 példányos mintasorozata már 2011 decemberében elkészült, ezeket az ország tizennyolc Épületgépészeti Szakközépiskola épületgépész mérnök-tanárai véleményezték. A beérkezett észrevételek és kiegészítő javaslatok beillesztésével került sor a végleges kiadásra.

A szaktanárok munkáját segíti, hogy elkészült a jegyzetekben

elhelyezett összes képet, táblázatot tartalmazó ingyenesen letölthető színes ábragyűjtemény, amely az epegepjegyzet.hu weboldalról tölthető le. Ugyanott részletes tartalomjegyzék is található.

Eddig 16 iskolába került ingyenes mintasorozat. Megrendelés esetén a teljes sorozat kedvezményes ára a képeken látható díszdobozban 48.300 Ft.



Van új a nap alatt!

Hegeszteni

... olyan gyorsan,
... olyan tisztán,
... olyan egyszerűen,



... mint még soha!

Világszabadalom a **LORCH**-tól SpeedPuls MIG/MAG hegesztés!

- **SpeedPuls:** nagysebességű impulzus hegesztés
- **SpeedArc:** nagysebességű hegesztés impulzus nélkül
- **SpeedUp:** nagysebességű hegesztés lentről felfelé
- **SpeedRoot:** nagysebességű gyökhegesztés

videoinformáció: www.qualiweld.hu

Jellemzők:

- 1 mm anyagvastagságtól már alkalmazható
- hegeszthető alapanyagok:
szénacél, magasan ötvözött acél, alumínium,
rézötvözetek
- nincs szükség különleges hegesztőanyagra,
védőgázra
- fröcskölésmentes varratkép
- 10–50% termelékenységnövekedés
- 15–30% gázmegtakarítás

48%-al gyorsabban!

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

HBS GmbH és LORCH GmbH kizárólagos magyarországi márkaképviselője.
Országos szervizhálózat: Nagykanizsa, Szigetszentmiklós, Miskolc

Qualiweld
Welding & Trade Kft.

Tisztelt Ügyfelünk!
Kedves Olvasónk!

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

Az úgynevezett színes (color) hirdetésen kívül választási lehetőséget adunk a fekete-fehér hirdetéseknel egy vagy több kísérszínnel megjelenő hirdetésekre.

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
	álló	60 mm 250 mm

A 2012-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Színes hirdetés				
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	125	—	—	eFt
Hátsó külső borítón	115	—	—	eFt
Első belső borítón	110	—	—	eFt
Hátsó belső borítón	105	—	—	eFt
Belíven	100	85	75	eFt

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

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

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.

Folyóirat megrendelő

Megrendelem

a Hegesztéstechnika című folyóiratot

☐ példányban

☐ folyamatosan a visszavonásig

Az éves előfizetői díjat befizetem

☐ belföldi postautalványon

személyesen a MHtE pénztárában

☐ átutalom

a Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés
K&H 10200964-20214205 számú
számlájára

Cím, ahová a folyóirat postázását kérem:

Aláírás (jogi személyeknél cégszerű aláírás)

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
2012/4											
2013/1											
2013/2											
2013/3											
2013/4											

Kérem igényem előjegyzését!

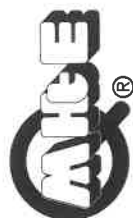
*: Kísérszín száma:

Név:

Telefon/fax:

Lakcím:

Cég neve és címe:



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés

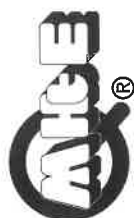
BUDAPEST,
Fogarasi út 10-14.
1148

Név:

Telefon/fax:

Lakcím:

Cég neve és címe:



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés

BUDAPEST,
Fogarasi út 10-14.
1148

Felelős kiadó: dr. SZABÓ BÉLA, az MhTE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesperger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 467-2812

Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés,
1148 Budapest, Fogarasi út 10-14.

Telefon: 467-2810, Fax: 363-3295, 222-0947

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

Felelős vezető:

Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója
A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2012. évben: 250,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 1000,- Ft + 5% ÁFA.

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

1.) készpénzzel az MhTE pénztárában

2.) belföldi postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	38	Máttra Diagnosztika Kft.	59
Böhler Kereskedelmi Kft.	B. II.	Mátrai Hegesztéstechnikai és	
Cooptim Ipari Kft.	8	Szakképzési Kft.	80
Corweld Plus Kft.	16, 37	Messer Hungarogáz Kft.	2
Crown Cloos Kft.	83	Ózon Bt.	86
ESAB Kft.	74	Polyweld Kft.	64
EMI-TÜV SÜD Kft.	51	Qualiweld Kft.	94
Froweld	21	ROFA	87
ITM International Kft.	22	Soyer Magyarország Kft.	50
Loctie (Henkel Mo.)	B. IV.	Rehm Kft.	B. III.
Linde Gáz Mo. Zrt.	B. I.	Weldotherm Kft.	32, 43
Magnatech Int. B.V.	60, 92		

FONTOS!

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak
le, TIF-ben, EPS-ben vagy PSD-ben
készítsék el, CMYK-re színrebontra.
Színnymotot kérünk mellé! Köszönjük!

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük kedves szerzőinket, hogy a megjelentetni
kívánt fényképeket ne word dokumentumba ágyazva
küldjék el, hanem külön állományként: jpg, jpeg, tif,
eps, psd formátumban. Emailon csatolmányként, vagy
adathordozón (CD, DVD, stb.).

**Csak így tudjuk biztosítani
a képek jó minőségét!**



»OBSERVER«

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

20

éve 1992–2012

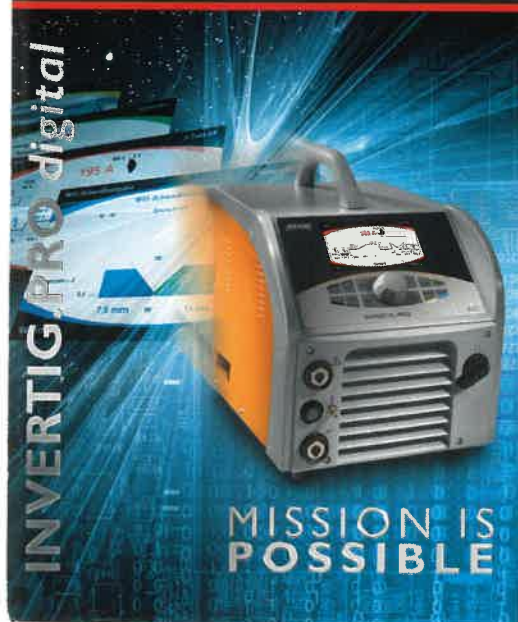
MAGYARORSZÁGON

REHM

Hegesztéstechnika

Az Ön partnere a hegesztésben

INVERTIG PRO digital



Aerodag® CERAMISHIELD

Innovatív védőbevonat hegesztési eljárásokhoz

Henkel

Előnyök

- Akár 10%-kal növekedhet a termelékenység.
- Akár 70%-kal csökkenhet a hegesztés anyagköltsége (áramátadó, gázterelő).
- Megszűnik a hegesztőberendezés folyamatos tisztítása.
- Egyszerű alkalmazás.
- A bevonat kiváló tapadással rendelkezik.

Termékjellemzők

- Kerámia tartalmú, szilikonmentes védőbevonat.
- A felvitt védőbevonat másodpercek alatt megszárad.
- Megvédi az áramátadót, a gázterelőt és egyéb fröccsenő fémnek kitett felületeket.
- A védőbevonat költsége műszakonként csak néhány forint.
- Egy felvitellel több órán keresztül megakadályozza a fröccsenő fém tapadását.

Nagyobb termelékenység

- A fröccsenő fém nem tapad az érintkezőcsúszkához vagy a fúvókához.
- A tisztításra fordított idő megszűnik.
- Megbízható, folyamatos munkavégzés – állásidő nélkül.

Alacsonyabb költségek

- A hegesztőberendezés fizikai és hővédelme.
- A hegesztőberendezés élettartama 4–5-szörösére nő.

Tisztább hegesztés

- A fúvóka tiszta marad – a gáz folyamatos, akadálymentes áramlása biztosított.
- Tökéletes hegesztési varrat készíthető.

Alkalmazások

- Kézi hegesztés / Hegesztés MIG/MAG hegesztőrobotokkal.
- Vágás lézerrel és plazmával.
- Készülékek, rögzítők és más szerelvények.



Védje a munkadarabot Novaseal AS96-tal!

LASSÚ A HEGESZTŐ ROBOTJA?

NÖVELJE TERMELÉKENYSÉGÉT ÉS CSÖKKENTSE KÖLTSÉGEIT
A CERAMISHIELD RobotIQ®-VAL!

- NINCS SZÜKSÉG TÖBBÉ az intenzív mechanikai tisztítás miatti termelés-megszakításokra.
- NINCS SZÜKSÉG TÖBBÉ a kenőanyag bázisú tapadásgátló aeroszolok gyakori használatára.

Az innovatív **CERAMISHIELD RobotIQ®** tökéletesen integrálható a termelési folyamatokba, és egyszeri felvitellel hosszú ideig megvédi a hegesztő berendezést.

Fedezze fel a hegesztés jövőjét
a **CERAMISHIELD RobotIQ®**-val!



A különbség a Ceramishield alkalmazása nélkül és alkalmazásával 75 perc hegesztés után.

Henkel

Excellence is our Passion