

HEGESZTÉS TECHNIKA

XIX. ÉVFOLYAM 2008. 3. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

Szakértelem és kiváló minőség.

Linde Gas

Linde

Linde Gáz Magyarország Zrt.
www.lindegas.hu



Böhler
WELDING

Új hegesztőanyagok erőművekhez



 **BÖHLER**
KERESKEDELMI KFT.

✉ 2330 Dunaharaszti, Jedlik Ányos út 25.
Honlap: bohler-uddeholm.hu

☎ (24) 526-526
Fax: (24) 526-527)

TARTALOM

1	Személyi hírek Personal Persönliche Nachrichten	
	Dr. Domanovszky Sándor 75 éves	3
	Dr. Szabó Béla köszöntése	3
2	Konferencia Conference Konferenz	
	Hegesztési Felelősök X. (jubileumi) Országos Tanácskozása Hajdúszoboszló – 2008. szeptember. 18 és 19. X th . Jubilee Conference of Welding Coordinators in Hajdúszoboszló on 17. – 18. September. 2008. X ^{te} . Jubelkonferenz von Schweißaufsichtspersonal in Hajdúszoboszló am 18. – 19. September. 2008 A tanácskozás programja	7
	ANTAL ÁRPÁD Acélszerkezetek tűzihorganyzása és hibajelenségei	8
	DR. DOBRÁNSZKY JÁNOS – SÁNDOR TAMÁS Új trendek a korrozióálló acélok hegesztésében	8
	HALÁSZ GÁBOR Aktualitások a hegesztési védőgázok kiválasztásában	13
	DR. DOMANOVSKY SÁNDOR Acélépítést legújabb irányzatai/hegesztés szemszögéből	14
	DR. GREMSPERGER GÉZA ECONWELD – szoftverek	20
	DR. JÁRMAI KÁROLY Hegesztett szerkezetek tervezése tűzvédelemre	20
	KÁSA ZOLTÁN Hegesztési problémák és azok elhárítása korrozióállóacélak és nikkeltövezetek hegesztésekor	27
	KÓBER JÓZSEF – KIS ATTILA Budapesti Északi vasúti hid acél felszerkezet gyártási, hegesztési feladatai	30
	PELCZ JÓZSEF Kockázatkezelés hegesztő üzemben	34
3	Kutatás – fejlesztés Research and development Forschung und Entwicklung	
	DR. KOMÓCSIN MIHÁLY Hőcserekorroziós károsodása Corrosion caused damages of heatexchanger Korrosionschaden vom Wärmeaustauscher	38
	GAYER BÉLA – DR. GREMSPERGER GÉZA – DR. KOMÓCSIN MIHÁLY Rövid beszámoló az EWF és az EU 6. hegesztési programokról: WELDSPREAD, ECONWELD és HAMSTER	45
	Short reports on EWF and EU 6. programs for welding: WELDSPREAD, ECONWELD and HAMSTER on the XIIth. International Welding Conference in Budapest - 2008 - organized by GTE – MHE and BMF Kurzbericht von WELDSPREAD, ECONWELD und HAMSTER Programme im Rahmen von EWF und EU 6. Programm der XII. Schweißtechnischer Konferenz zu Budapest – 2008 – organisiert von GTE - MHE - BFM	
	DR. PALOTÁS BÉLA – BÍRÓ TAMÁS – GESZTI SÁNDOR Portöltetű huzalos védőgázos ívhegesztés alkalmazása az acélszerkezeti gyártásban	53
	Steel structure production by application of tubular cored electrode in gas shielded arc welding Schutzgasschweißen im Stahlbau mit pulvergefüllter Drahtelektrode	
	KASIK ZOLTÁN Az Égáz-Dégáz Zrt. elsőgenerációs fektetésű polietilén csöveinek hegesztési kompatibilitás vizsgálata Weld-compatibility test of the first generation polyethilen gas tubes laid by Égáz-Dégáz Co. Schweißkompatibilitätsversuch von Polyäthylengasröhre der ersten Generation gelegt von Égáz-Dégáz Zrt.	61
	DR. GREMSPERGER GÉZA Benchmarking a hegesztett szerkezetgyártásban Benchmarking in the production of welded structures Benchmarking in der Produktion von geschweißten Konstruktionen	69
	L. QUINTINO – R. FERRAZ – I. FERNANDES Nemzetközi hegesztési tanúsítási rendszerek International certification systems in welding Internationale Zertifizierungssysteme in der Schweißtechnik	81
4	Technológia – Gyártás Technology – Fabrication Technologie – Fertigung	
	CZINGRÁBER LÁSZLÓ Az ideiglenes távvezetékoszlop egy elemének gyártása Production of a unit for temporary overhead transmission line column. Vertigung von einem Element der provisorischen Fernleitungssäule	91
	DR. KISS CSABA Az alumínótermikus sínhegesztési eljárás szabályozása Regulations for thermit welding of rails Die Regelung von Thermit Schienenschweißen	99
	DR. DOBRÁNSZKY JÁNOS – MAGASDI ATTILA Nagy széntartalmú acélszalagok lézersugaras hegesztése Laserwelding of steelblades with high C content Laserschweißen von Stahlband mit hoch C-gehalt.	105
5	Aktuális események Current events Aktualitäten	
	Együttműködési Szerződés a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal és a Magyar Hegesztőminősítő Testület között	113
	DR. CSELÓTEI ISTVÁN Hegesztők minősítése nálunk és a nagyvilágban	114
	DR. KOMÓCSIN MIHÁLY Beszámoló az IIV grazi közgyűlésén az IIV és az EWF munkájáról	115
6	Sajtóközlemények Press release Pressemitteilungen	
	Az acélpiac turbulenciája a hegesztőanyagok árának növekedéséhez vezet Hegesztőhiány az USA - ban	117
	„Eurojoint 7” az EWF és az V. Olasz Hegesztő Napok az Olasz Hegesztési Intézet szervezésében	117
	„parts2clean” Nemzetközi Vásár és Kiállítás	118
7	Médiaközlemények Media release Mediamitteilungen	
	HALÁSZ GÁBOR Minőségi vágástechnológiák a Messer-től	119
	CLAUDE CHOQUET „ARC +” ismertetés	121
8	Rendezvénynaptár Diary Veranstaltungskalender	
		134
9	Könyvismertetés Bookreview Buchrezension	
	Farkas József – Jármái Károly: Design and optimization of metal structures	127
	Jármái Károly – Farkas József: Hegesztett fémszerkezetek tervezése, gyártása és gazdaságossága	127
	Komócsin Mihály: Gépipari Anyagismeret	128

Új Hegesztéstechnikai Oktató és Fejlesztő Központ



Minősített technológiák kidolgozása

A technológiai központ nagy hangsúlyt helyez az oktatás mellett a minősített technológiák kidolgozására.

A Messer a technikai fejlődéséhez igazodva folyamatosan új védőgázokat fejleszt ki. Filozófiánk szerint nem elegendő, ha labor körülmények között jól teljesítenek új védőgázaink, hanem a helyszínen, a helyi berendezésekkel és körülmények figyelembe vételével kell a feladatot megoldani.

A jövőben a partnereinknél kidolgozásra kerülő hegesztéstechnológiáink ÉMI-TÜV-SÜD EN ISO 15614 szerinti minősítést kaphatnak, amely fokozott biztonságot és minőségi garanciát jelent számukra bel- és külföldön egyaránt.

Az Ön igényeire szabott technológia kifejlesztésére van szüksége? A Messer szakemberei készséggel állnak rendelkezésére. Keresse fel honlapunkat: www.messer.hu, vagy kérdezze szakembereinket a hegesztes-vagas@messer.hu e-mail címen.

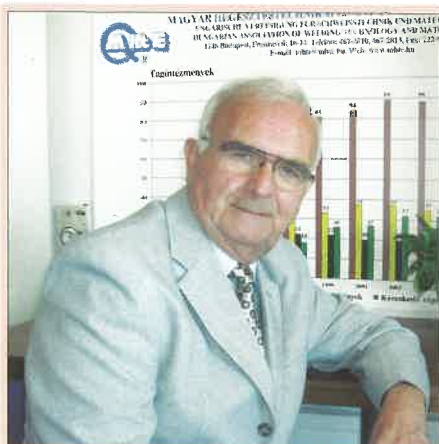


MESSER 

Messer Hungarogáz Kft.
1044 Budapest Váci út 117.
Tel.: 06 1 4351 100, Fax: 06 1 4351 101
info@messer.hu
www.messer.hu

Part of the Messer World 

SZEMÉLYI HÍREK



A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által létrehozott Magyar Légi- és Űrjárműipari NDT Testület munkájában és a honvédelem ügyében kifejtett kiemelkedő tevékenységéért a Magyar Köztársaság honvédelmi minisztere a

**II. osztályú
HONVÉDELEMÉRT**

kitüntető címet adományozta
Dr. Szabó Bélának
az MHTÉ igazgatójának



Vörös János, a Budamobil-Cargo Kft. műszaki vezetője, átveszi Dr. Szabó Bélától az MHTÉ igazgatójától a cégére vonatkozó az MHTÉ által kiadott MSZ EN ISO 9001:2001 követelményeinek megfelelőségét bizonyító tanúsítványt.



Köszöntjük Dr. Domanovszky Sándort abból az alkalomból, hogy 2008-ban ünnepeljük – szerencsére jó egészségnek örvendő, és a megszokott nagy munka aktivitását megtartó – Széchenyi díjas kollegánk **75. születésnapját.**

Szakterületünk szakemberei nevében gratulálunk, és ezúton kívánunk Neki további jó egészséget, a jelenlegivel legalább azonos aktivitást a munkában, szakterületünk, a hegesztés, szakértés és tanúsítás területén.



Pétervári László, az Antal Kft. hegesztési felelőse, átveszi Dr. Szabó Bélától az MHTÉ igazgatójától a cégére vonatkozó EWF EN ISO 3834-3 tanúsítványt.

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

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

Jogi tagok:
az alábbi 36 hegesztéssel
kapcsolatos
gyártó, szerelő
kis-, közép- és nagyvállalat

Tagok:
az alábbi 10 intézmény
és 11 vállalkozás,
melyek az Egyesülés
alap-, közép- és felsőfokú
hegesztőképzését bonyolítják

Tagok:
az alábbi 36 cég,
melyek hegesztő alapanyag-,
segédanyag-kereskedelemmel,
gépgyártással foglalkoznak
és hegesztéssel kapcsolatos
szolgáltatást nyújtanak

Albatross PLASTUNION Zrt.
„AUTOMED” Autogéntechnikai Kft.
Alstom Hungária Zrt.
BIS Hungary Kft.
Bombardier Transportation MÁV
Hungary Kft.
CSŐSZER Berendezéseket Szerelő
Zrt.
DAK Acélszerkezeti Kft.
DKG-EAST Zrt.
FÖLDFÉM Kft.
Ganz Transelektro Villamossági Zrt.
GANZACÉL Zrt.
GYEGÉP Kft.
Interweld-Nagykőrös Kft.
INVESTMONT Kft.
ITC-AMT Kft.
KÉSZ Kft.
Kőolajvezetéképítő Zrt.
KÓPIS és TÁRSA Kft.
Közép-európai Gázterminál Zrt.
KRAUSE Ipari, Szolgáltató és
Kereskedelmi Kft.
MÁTRAFÜTŐBER
Acélszerkezet Gyártó Kft.
MCE Nyíregyháza Kft.
Molnár Zrt.
Műszaki Biztonsági Vizsgáló és
Tanúsító Intézet Kft.
Paksi Atomerőmű Zrt.
PETROLSZERVIZ Kft.
PETROLSZOLG Kft.
Plazma-Technológia Kft.
PYLON-94
Gép- és Acélszerkezetgyártó Kft.
Ruukki Tisza Zrt.
Siemens Erőműtechnika Kft.
Szellőző Művek Kft.
TE Ganz-Röck Zrt.
TEGÉP Kft.
T-L-C Kft.
VEGYÉPSZER Zrt.

ADU Oktatási Központ
ANDRÁSSY Gyula Szakközépiskola
BME ATT
BMF Bánki Donát Gépész- és
Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési
Tanácsadó Kft.
Debreceni Egyetem Műszaki
Főiskolai Kara
DUNAGÁZ Zrt.
Dunaujvárosi Főiskola
EÖTVÖS Loránd Szakközépiskola és
Szakiskola
EUROKT-AKADEμία Szakképző és
Szakmai Szolg. Kft.
GYÁÉV Szakképzési
és Továbbképzési Kft.
ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.
Kecskeméti Főiskola
Műszaki Főiskolai Kar
Mátrai Hegesztéstechnikai és
Szakképzési Kft.
MISKOLCI EGYETEM Mechanikai
Technológiai Tansz.
Nyíregyházi Főisk. Műsz. Alapozó és
Gépgyárttechn. Tansz.
OKTÁV Továbbképző Központ
ORSZAK Bt.
SLV München GSImbH
SZILY Kálmán Kéttannyelvű Műszaki
Középiskola
SZTÁV Felnőttképző Zrt.

AC Plymovent Kft.
AGMI Anyagvizsgáló és
Minőségellenőrző Zrt.
AIR LIQUIDE HUNGARY Kft.
BÖHLER Kereskedelmi Kft.
C & T Hegesztéstechnikai
Kereskedőház Kft.
COKOM Mérnökiroda Kft.
CORWELD PLUS Kft.
Dr. Rittinger János egyéni vállalkozó
ECM Irányítási Rendszerek Európai
Tanúsítási Szolgálat Kft.
ÉMI-TÜV SÜD Kft.
Erdőkémia Kft.
ESAB Kft.
FEMA Kereskedelmi Kft.
FROWELD Kft.
HEGPONT Kft.
INTERWELD Kft.
INVENT-WELDING
Kereskedelmi Kft.
KE-TECH Kft.
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.
MAROVISZ
MESSER HUNGAROGÁZ Kft.
MIGATRONIC Kft.
MINELL Kft.
POLYWELD Kft.
Rechnen Hegesztőház Kft.
REHM Hegesztéstechnika Kft.
SIAD HG Kft.
SOVEREIGN Kft.
SZINTÉZIS Kft.
TAM CERT Magyarország Vizsgáló
és Tanúsító Kft.
TRAKIS-HETRA Kft.
TÜV Rheinland InterCert Kft.
VISZÉK Kft.
VÖRSAS Kft.
WELDIMPEX Termelő és
Kereskedelmi Kft.
WELDMATIC Kft.

Az MhE szolgáltatásai

MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSI RENDSZER TANÚSÍTÁSA
az MSZ EN ISO 9001 szerint
az MhE rendelkezik ezen területre érvényes akkreditációval

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS
az EWF EN ISO 3834 szerint
az Európai Hegesztési Szövetség felhatalmazása alapján, (kiegészítve KIR és MEBIR
területekkel)

**HEGESZTETT SZERKEZETEK GYÁRTÁSÁT VÉGZŐ GAZDÁLKODÓ SZERVEZETEK
ALKALMASSÁGÁNAK TANÚSÍTÁSA**
a GKM kijelölés alapján (3/1998. (I.12.) IKIM rendelet)

**NEMZETKÖZI MÉRNÖK, TECHNOLOGUS, SPECIALISTA, TERVEZŐ, KIEMELT
HEGESZTŐ, HEGESZTŐ, INSPEKTOR DIPLOMÁK KIADÁSA**
az EWF/IAB felhatalmazása alapján

HEGESZTŐK MINŐSÍTÉSE
az MSZ EN 287, MSZ EN ISO 9606, MSZ EN 1418, MSZ EN 13067 és IKM 15/1998.
szerint
GKM kijelölés és a NAT akkreditáció alapján

VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE
az MSZ EN 473*, vagy az MSZ EN 4179** szerint
* NAT akkreditációnk van; ** kijelölésünk van a légiközlekedési hatóság által

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS
a DIN EN 18800/7, DIN 6700 szerint
a GSI/SLV-val kötöt szerződés alapján

Hegesztőbázisok tanúsítása
(fém és műanyagot hegesztők
oktatása)

Oktatási szoftverek,
jegyzetek eladása

„Hegesztéstechnika”
folyóirat
(cikkek, hirdetések)

Hegesztési felelősök országos tanácskozása
Konferencia és kiállítás szervezés



Újronnan kifejlesztett megoldások a legmagasabb igénybevételek számára.

HIGH LOAD HIGH WEAR

Az abrázió, erózió, ütésszerű igénybevétel, vagy a felület kifáradása formájában megjelenő nagymértékű terhelés és nagymértékű kopás tönkreteszi az Önök berendezéseit.

Hegesztés, keményforrasztás, termikus fémshórás és kopásálló lemezek — mindezek azok a technológiáink, amelyeket újszerű, költséghatékony és komplex megoldásokként ajánlunk a berendezések védelmére és javítására.

Fogyóeszközök, berendezések, funkcionális alkatrészek egyedi konstrukciók vagy teljesen automatizált rendszerek — a berendezések hasznos élettartama meghosszabbítása céljából Önöknek a leggazdaságosabb módot tudjuk nyújtani.

Bízzon egy világpiaci vezető cég „nagymértékű terheléshez nagymértékű kopáshoz” nyújtott megoldásaiban.

Castolin Hegesztéstechnikai és Műszaki Kereskedelmi Kft.
1146 Budapest, Hungária krt. 140-144.
Tel.: (06)1 471 5224 Fax: 471-5227
E-mail: castolin@castolin.hu honlap: www.castolin.hu

Az önök eszköze a kopásvédelmi javító- és kötőhegesztési megoldásokhoz

→ www.castoline.com → www.eutectic.com



HEGESZTÉSI FELELŐSÖK X. Országos Tanácskozása

2008. szeptember 18–19. Hajdúszoboszló



Dátum	Idő	Program	Előadó
2008.09.18. Csütörtök	10 ⁰⁰ - 12 ⁰⁰	Kerekasztal beszélgetés a hegesztőképzés jövőjéről, hegesztő szakma presztízséről./ külön meghívóval/	Dr. Szabó Béla
	12⁰⁰ - 14⁰⁰	Ebéd	
	14 ⁰⁰ - 14 ²⁰	Plenáris ülés, köszöntés, kerekasztal beszélgetések eredményei	Dr. Szabó Béla
	14 ²⁰ - 14 ⁵⁰	EN ISO 3834 szerinti tanúsítások tapasztalatai Európában	M.Baumbach
	14 ⁵⁰ - 15 ¹⁰	Kiválóan keményedő alumínium ötvözetek és hegesztésük	Dr Komócsin Mihály
	15 ¹⁰ - 15 ³⁰	Korrozióálló rétegek felrakása nagy termelékenységgel	Sándor Tamás
	15 ³⁰ - 15 ⁵⁰	Arc+, vizualitás felsőfokon a hegesztésben	Benus Ferenc
	15 ⁵⁰ - 16 ¹⁰	Északi vasúti híd szerelése	Köber József
	16¹⁰ - 16⁴⁰	SZÜNET	
	16 ⁴⁰ - 17 ⁰⁰	Hegesztő üzemek kockázatelemzése	Pelcz József
	17 ⁰⁰ - 17 ²⁰	Hegesztési problémák és azok elhárítása korrozióálló acélok és nikkelőtvözetek hegesztésekor	Kása Zoltán
	17 ²⁰ - 17 ⁴⁰	Horganyzott acélszerkezetek tűzhorganyzása és hibajelenségei	Antal Árpád
	17 ⁴⁰ - 18 ¹⁰	Acélépítészeti legújabb irányzatai (hegesztés szemszögéből)	Dr Domanovszky Sándor
	18 ¹⁰ -	Kérdések, hozzászólások	
20.00	Vacsora		
2008.09.19. Péntek	8 ³⁰ -9 ⁰⁰	Az ECONWELD program keretében kifejlesztett új fejlesztésű füstelszívó hegesztőpisztoly bemutatása alkalmazásban (a szálloda karbantartó műhelyében)	
	9 ⁰⁰ - 9 ²⁰	Fejlesztések vasúti fékberendezések gyártása során	Tar Imre
	9 ²⁰ - 9 ⁴⁰	Új trendek a korrozióálló acélok hegesztésében	Dr Dobránszky János
	9 ⁴⁰ - 10 ⁰⁰	Aktualitások a hegesztési védőgázok kiválasztásában	Halász Gábor
	10 ⁰⁰ - 10 ²⁰	Hegesztett szerkezetek tervezése tűzvédelemre	Dr Jármái Károly
	10 ²⁰ - 10 ⁴⁰	Hegesztést érintő rendeletek változói	Békési László
	10 ⁴⁰ - 11 ⁰⁰	ECONWELD program keretében kifejlesztett ingyenes szoftverek alkalmazása	Dr Gremesberger Géza
	11 ⁰⁰ - 11 ²⁰	A hegesztés szabványosításának jelenlegi helyzete	Szabó József
	11 ²⁰ -	Kérdések, hozzászólások, zárszó	
12-	Ebéd		

Antal Árpád, Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége elnöke

Acélszerkezetek tűzhorganyzása és hibajelenségei

A HEGESZTÉSTECHNIKA szakfolyóirat előző számában (XIX. 2008. 2.) „Tűzhorganyzott acélszerkezetekben keletkező repedések” címmel írás jelent meg. Ez felhívja az olvasók figyelmét a hegesztett és tűzhorganyzott acélszerkezeteknél tapasztalt, már évtizedek óta ismert jelenségre a „folyékony fém okozta feszültségkorróziós repedésekre” (Liquid Metal (induced) Embrittlement – LME; Liquid Metal Assisted/Assisted Cracking – LMAC; flüssigmetallinduzierte Spannungsrissskorrosion – SprK). Hangsúlyozzuk, hogy nem új és ismeretlen károsodásról van szó. A hibajelenség két évvel ezelőtt különleges súlyt kapott a németországi labdarúgó világbajnokság kapcsán, amikor a kaiserslauterni stadion acélszerkezete károsodott. A cikkben részletesen bemutatásra kerültek az LME okai és maga az esemény kapcsán elvégzett vizsgálatok, értékelések eredményei.

Mielőtt mérnökeinkben és hegesztéssel foglalkozó szakembereinkben tudatosodna, hogy a tűzhorganyzás során ez „időnként” előfordul, felhívjuk a figyelmet arra, hogy a németországi eset(ek) egy igen ritka kivétel. Teljesen egyetértünk azzal, hogy a megelőzés és a tanulságok levonása érdekében tudniuk kell a szakembereknek róla, az előidéző okokról, mert csak így lehet elkerülni az LME kialakulásának kockázatát. Az a véletlen játéka, hogy a TŰZHORGANYZÁS című szakfolyóirat 2008. júniusi számában is éppen ezzel az esettel kapcsolatosan jelent meg egy írás, melyben felhívjuk a figyelmet a helyes és felelős tervezői, gyártói és tűzhorganyzói gyakorlatra. Egyébként a fent nevezett eset körüli vitákról, vizsgálatokról és eredményekről számos más külföldi folyóirat, napilap is tudósított. Az LME okozta károsodások elkerülése érdekében a tervezőknek, gyártóknak és tűzhorganyzóknak egyaránt feladata van, melyet egy-egy igen ritka kivételtől eltekintve megoldanak. A német tűzhorganyzó és acélszerkezet gyártó ipar természetesen gyorsan összefogott az ügy kivizsgálása, tisztázása érdekében, nyilvánosságra hozták a tényeket, illetve az ilyen esetek elkerülésének módjait. A HEGESZTÉSTECHNIKA folyóiratban megjelentek feltárják az okokat, és a megelőzés lehetőségeit. Ez utóbbiakkal kapcsolatosan kívánunk hozzáfűzni néhány észrevételt a magyar tűzhorganyzó ipar nevében.

A hazai tűzhorganyzással foglalkozó szakemberek számára már hosszú évek óta ismertek a különböző horganyolvadék ötvözési módok (pl. a Bi és Sn-ötvözés). Az ilyen technikákból folyamatosan újabbak és újabbak jelennek meg, ezek hatékonyan segíthetik a gazdaságosabb és még esztétikusabb fémbevonatok kialakulását.

Alkalmazásuk még nem elterjedt, illetve további gyakorlati tapasztalatok szükségessége a teljesen megnyugtató eredményekhez, ezért a magyarországi tűzhorganyzó üzemek eddig nem vállalkoztak a bevezetésükre. A magyar tűzhorganyzóknál

alkalmazott eljárások kizárólag a már évtizedek óta jól bevált, hagyományos technikák (Al és/vagy Ni-ötvöztetésű olvadékok), melyekkel biztosítani tudjuk a vevők által elvárt minőségű, gazdaságos bevonatokat. Ólom (Pb)-ötvöztetésű fémolvadékokat a magyar nemzeti szövetség tagvállalatai már hosszú évek óta elsősorban egészségvédelmi okok miatt sem alkalmaznak.

A cikkben még meg lett említve maga a horgany (cink) szerepe is az LME kialakulásával kapcsolatban. Természetesen a szélsőséges anyagszerkezeti feszültségekkel fennálló hagyományos olvadékok esetében is a károsodások lehetősége, azonban a helyesen alkalmazott tervezési irányelvek, gyártási és tűzhorganyzási technikák mellett az ilyen repedések kockázata kizárható.

Mivel a fenti cikkben említésre került a pácolás (savban történő oxidmentesítés) kérdése is, ezzel kapcsolatosan a félreértések tisztázása érdekében megjegyezzük a következőket. A nemzeti szövetség tagvállalatainál alkalmazott pácolási eljárásoknál messzemenően figyelembe veszik technológiai követelményeket, a hidrogén okozta „elridegedés”, illetőleg repedés (HIC-hydrogen induced cracking) megelőzése

érdekében, ezért kivétel nélkül megfelelő inhibitorokat alkalmaznak az atomos hidrogén (H) diffúziója megállítására céljából.

A tűzhorganyzott acélszerkezetek több száz éve értékes termékei az iparnak. Csak Európában mintegy 6 millió tonna acélszerkezetet horganyoznak évente. Ezzel hosszútávra, karbantartásmentes korrózió elleni védelmet nyújtanak a hidaktól kezdve az apró csavarokig. Az, hogy egy ilyen stabil technológiai háttér kialakulhatott, nagy szerepe volt a különböző szabványoknak, irányelveknek és tervezői előírásoknak, valamint az egyes szakmák jó együttműködésének. Nemzetközi szabványokban rögzítik a legfontosabb irányelveket (MSZ EN ISO 1461; MSZ EN ISO 14713), de a tűzhorganyzó vállalatok, a nemzeti szövetségek is szívesen állnak szaktanácsadással az érdeklődők és vevők rendelkezésére. Az egész világban, így hazánkban is számos kiadvány létezik a szakemberek részére, melyek tartalmazzák azokat az egyszerű elveket, melyek betartása mellett minőségi hiba mentes lesz a tűzhorganyzott termék.

A fentiekkel kapcsolatosan több részes informatív anyagok jelentek meg az ACÉLSZERKEZETEK szakfolyóirat számaiban is (MAGÉSZ kiadvány).

A Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége (Postacím: 2400 Dunaújváros, Pf. 237.) és tagvállalatai ingyenes írásos kiadványokkal, szakfolyóirattal (TŰZHORGANYZÁS), vagy akár elektronikus kiadványokkal (CD) tudják segíteni a szakemberek munkáját. Elektronikus kiadványok és egyes szakmai információs anyagok megrendelhetőek a nemzeti szövetség fenti címén, vagy a tagvállalatoknál.

Dobránszky János (MTA–BME Fémtechnológiai Kutatócsoport, Budapest), Sándor Tamás (Esab Kft., Budapes és BME ATT, Budapest)

Új trendek a korrózióálló acélok hegesztésében

Bevezetés

A rozsdamentes acélok hegesztésével kapcsolatos szerteágazó tevékenység nagyon sok szakember számára ad feladatot a gyártás, a tervezés, a kereskedelem és az oktatás területén. A mindennapi munka mellett nemigen lehet figyelemmel követni azokat a fejleményeket, amelyek az elmúlt tíz évben – különösen az utóbbi 4-6 évben – jelentősen átalakították a régi viszonyokat a rozsdamentes acélok alkalmazásában. A „hol tart a világ?” kérdésre a szakfolyóiratok figyelemmel követése mellett a legkiterjedtebb lehetőséget a tematikus konferenciák szolgáltatják, de azokon részt kell venni ahhoz, hogy tájékozódni tudjunk. 2007 nyarán rendezték a „Duplex 2007” konferenciát, ez év nyarán pedig a „6. European Stainless Steel Conference”-t: az itt szerzett tapasztalatok alapján vázlatosan áttekintjük a rozsdamentes acélok gyártása, felhasználása és hegesztése területén végbement változásokat, amelyek a hazai hegesztési szakmá-

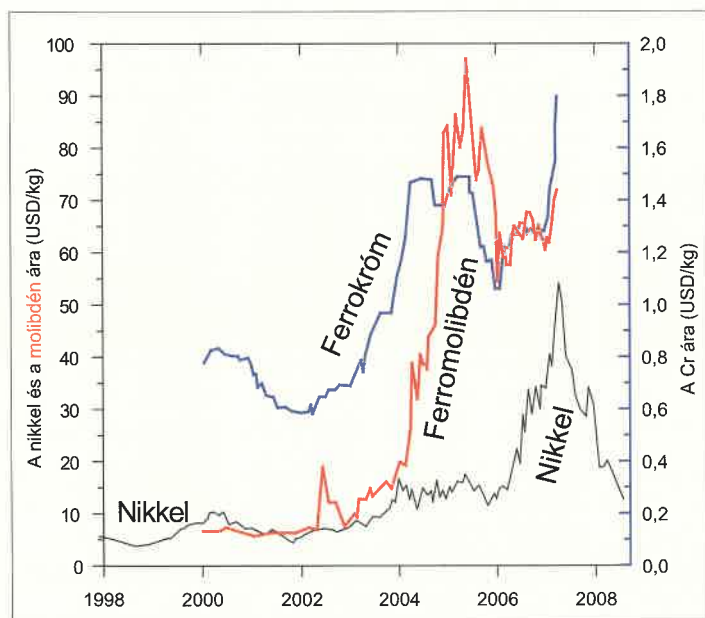
ban is már kezdik éreztetni a hatásukat. Dolgozatunk első része az alapanyagok és hegeszthetőségük, valamint a hegesztéstechnológia témaköröket tekinti át, míg a későbbiekben megjelenő folytatás a hegesztőanyagokra és az alkalmazásokra irányul.

A rozsdamentes acélok terén lezajlott átalakulások általános jellemzői

A szerkezeti anyagok felhasználása terén a rozsdamentes acélok a legnagyobb mértékű növekedést mutató anyagok közé tartoznak: 2007-ig a megelőző 30 évben átlagosan 6,5%-kal növekedett a világon felhasznált mennyiségük a megelőző évihez képest, és 2008-ra is hasonló növekedést jeleznek a szakmai szervezetek. A rozsdamentes acélok fő felhasználási területe Magyarországon is a gépipar, a vegyipar és az építőipar. Ezeket az iparágakat érzékenyen érintette a fő ötvözőanyagok árának növekedése. Az utóbbi években az ötvözők árának példátlan mértékű emelkedése és ingadozása figyelhető meg, főleg a nikkellel és a molibdén tekintetében. Az 1. ábra azt mutatja, hogy 8-10 év alatt – de főleg e periódus második felében – a Ni és a Mo ára a sokszorosára növekedett. 2006-2007 fordulóján a Londoni Fémtőzsdén a nikkellel havi átlagára több, mint tízszerese (44000 USD/tonna) volt az öt évvel korábbihoz (4200 USD/tonna), és még hónapokig tovább emelkedett, meghaladva az ötvenezer USD/tonna értéket [1, 2]. A nikkellel az eddig volt legnagyobb értékét éppen a 2007 júniusi duplexacélos konferenciát megelőzően alakult ki, ezért szinte minden előadás azzal kezdődött, hogy az ötvözőárak égből emelkedése miatt radikális koncepcióváltás ment végbe egy sor vonatkozásban.

Ennek az árobbanásnak a magyarázatát általában leegyszerűsítik a kínai ipar megugró keresletére, ám az alaposabb elemzések rámutatnak, hogy a konjunktúra hatásánál és a termelési költségek növekedésénél fontosabb tényező volt az alapanyagárakkal való globális pénzügyi spekuláció [1], amely jelenleg az olaj és az élelmiszerek árának megugrásában is fontos szerepet tölt be. Mindenesetre az éveken át tartó és egyre gyorsuló ötvözőár-növekedés nagy nyomást gyakorolt a rozsdamentes acélok új típusainak kifejlesztésére, és ez a folyamat természetszerűleg hatással volt a hegesztőanyagok és a hegesztési technológia fejlődésére is.

Az ötvözők árának jelentős növekedése az ezredfordulóra kialakult anyagválasztási szempontrendszer és a megszokások újragondolására készítette a felhasználókat a vezető ipari országokban. Magyarországon ennek még szinte az előszele sem



1. ábra. A rozsdamentes acélok legfontosabb ötvözői árának változása az elmúlt 10 évben

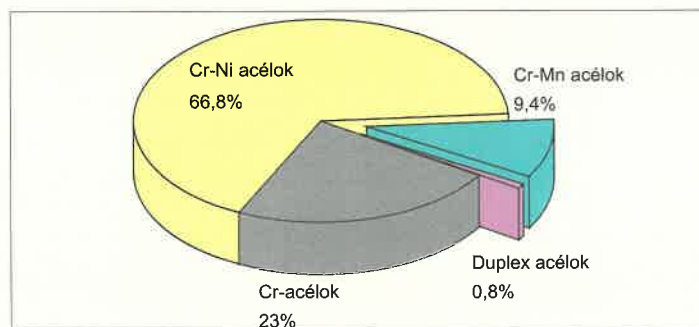
éreződik: a több évtizedes hazai szokások és az ipar bémunka-meghatározottsága miatt továbbra is egyeduralkodó az 1.4301-es ausztenites típus, a régi-jó „KO33-as” (mindenesetre ennek a hegesztése terén is érdekes folyamatok mentek végbe, amelyekről a későbbiekben szólnunk). A nagy európai rozsdamentesacél-gyártók – az ezredforduló körüli években olyan fejlesztésekbe fogtak, amelyek eredményeképpen mára lehetővé tették a felhasználók számára az alapanyagok helyettesíthetőségét a rozsdamentes acélok családján belül. A fejlesztések alapja az volt, hogy „leporolták” a már évtizedek óta ismert, nikkellel mérsékelten ötvözött típusokat, valamint új típusokkal bővítették a választékot.

A 2. ábra a rozsdamentes acélok fő termékcsoportjai közötti, 2006. évi globális megoszlást mutatja. A korábbi évek tendenciáit is elemezve elmondható, hogy a Cr-Ni (és a Cr-Ni-Mo) ötvözésű ausztenites acélok részaránya öt év alatt, 2006-ra látványosan lecsökkent, globálisan mintegy 10%-kal (3. ábra). Kína és India – különösen az utóbbi – az ausztenites acélok csoportjában előtérbe helyezte a Cr-Mn ötvözésű típusokat: ők gyártják a világtermelés 85%-át (4. ábra). Az európai gyártók is kibővítették a Cr-Mn ötvözésű acélok (az amerikai jelölési rendszerben ez a 200-as sorozat) választékát, de a gyártott és értékesített mennyiség ma még elenyésző az ázsiai termelés mellett: a 4. ábrán alig látszik a 0,1%-os részarány. A szakmai fórumokon pedig élénk viták zajlanak a Cr-Mn acélok „kritikátlan” alkalmazásának potenciális kockázatairól.

Az európai gyártók a ferrites acélok mennyiségének jelentős bővítése mellett döntöttek, és hatalmas beruházásokat hajtottak végre. Még így is 76%-ot tesz ki Európában a Cr-Ni acélok aránya, és csak 22%-ot a ferriteseké (az amerikai kontinensen több mint másfélszer ekkora), de a végrehajtott szerkezetváltás hosszú távon határozottan érzékelhető lesz.

A ferrites acélok előtérbe helyezésekor az európai gyártók ketős stratégiát alkalmaztak. Egyfelől – a ferrites acélok oldaláról – megnövelték a stabilizált típusok választékát, és kiterjesztették (korróziós szempontból) „felé” az alkalmazási tartományukat – különösen a Mo-t is tartalmazó típusoknál. A felhasználók körében egyre inkább ismertté válik a ferrites acélok egészen jó alakíthatósága, mélyhúzóhatósága. Az ausztenites acéloknál lényegesen jobb hővezető képességük miatt a ferrites acélok váltak a napkollektorok paneljeinek anyagává. A szerkezetváltási stratégia másik elemeként, a korrózióállósági skálán az ausztenites oldalról pedig kifejlesztették a Mo-mentes és Ni-szegény típusokat – az angolul „lean” jelzővel ellátott kategóriát magyarul nevezünk talán „sovány” duplex rozsdamentes acéloknak, ameddig nem lesz jobb javaslat –, „lefelé” terjesztve ki a duplex kategória alkalmazási tartományát. Mindennek köszönhetően mára egy széles alkalmazási tartományban lehetővé tették az európai gyártók, hogy a felhasználók akár ferrites, akár ausztenites, akár pedig duplex acélt egyaránt választhassanak ugyanarra a feladatra.

Európában, a hegesztett termékek hazai gyártóinak a fő piacán tehát megindult egy lényeges és hosszú távon ható átrendeződés, amelyre a hazai forgalmazóknak és gyártóknak is célszerű tekint-



2. ábra. A rozsdamentes acélok gyártási termékcsoportjai közötti megoszlás 2006-ban [1]

tettel lenni. Ez még akkor is igaz, ha közben a tavaly elszabadult árak konszolidálódtak, és emiatt némileg megtorpant a hazai vevők ferrites acélok iránti érdeklődése. Mivel a bémunkát végző cégek számára az alapanyagot a megrendelő előírja, a hazai rozsdamentesacél-forgalmazóknál egyértelműen megnövekedett ferrites acélok volumene: van olyan, amelyiknél tavaly meghaladta a 10%-t, és az idei már elérte a 15%-ot a rozsdamentes acélok 55-60 ezer tonnás hazai piacán.

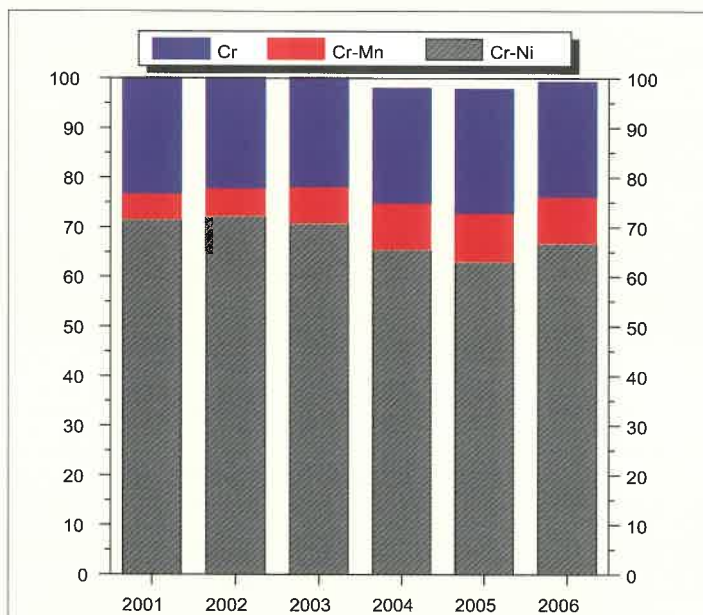
A ferrites acélok új típusai és hegesztése

Az európai termékszerkezet-váltásnak természetesen a felhasználói oldalon is jelentkezett a folytatása, aminek a fő jellemzője az, hogy egyre fokozódó szerepet kapnak a ferrites rozsdamentes acélok. A jármű-vázszerkezetek gyártásában az autóbusz- és a vasúti jármű-gyártás nyitott leginkább a horganyzott acélok helyettesítésére, a gépkocsigyártásban pedig a kipufogórendszerek anyagaiként kapnak nagy hangsúlyt az új ferrites típusok. A kipufogórendszerek nagy hőmérsékleten üzemelő, korrózióknak, kúszásnak és hőfáradásnak kitétt hegesztett szerkezetek. A ciklikusan változó korróziós és termikus hatásoknak (800-950 °C) az új ferrites típusok lényegesen jobban ellenállnak, mint az ausztenitesek. A felhasználói igény: kiválóan mélyhúzóható és hidroformálható lemezek, jól hajlítható csövek, melyek jól hegeszthetők. Jelentős felhasználó a cukoripar, a mezőgazdasági, az energetikai és a bányászati gépgyártás, ahol a 10,5-12,5% Cr-tartalmú típusok alkalmazása rohamosan bővül a korrózióknak és kopásnak egyszerre kitétt berendezésekben.

A ferrites rozsdamentes acélok a legutóbbi fejlesztések után a következő öt csoportba sorolhatók [3]:

1. csoport: 10-14% Cr (típusok: az ASTM A240 szerinti 409 és 410), a legkisebb krómtartalmú csoport.
2. csoport: 14-18% Cr (típusok: 430), a hagyományosan legelterjedtebben használt ferrites típusok csoportja.
3. csoport: 14-18% Cr + Ti, Nb, Zr (típusok: 430Ti, 439, 441), stabilizált acélok csoportja.
4. csoport: 10-18% Cr + Mo > 0,5% (típusok: 434, 436, 444), molibdénötvözésű típusok.
5. csoport: Cr > 18% (típusok: 445, 446, 447), a nagy Cr-tartalmú és a szuperferrites acélok csoportja.

Az új generációs, stabilizált ferrites acélokkal a kristályközi korróziós kockázat kizárható, ezért széles körben teljes értékű alter-



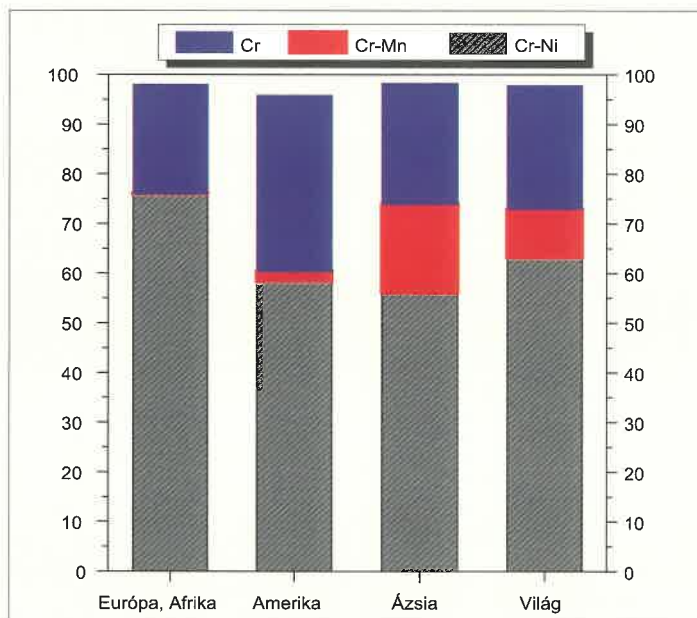
3. ábra. A fő termékcsoportok közötti megoszlás, 2001-2006 (forrás: ISSF)

natívját jelenthetik a ma még rutinszerűen használt 1.4301/304 ausztenites alaptípusnak. Fontos szerepet kapnak az új, titánnal és nióbbiummal egyaránt, illetve a főleg vagy csak az utóbbival stabilizált ferrites acélok. A szóban forgó típusok: az EN 10088-2 szerinti 1.4510 – az ASTM A240 szabvány szerint 439 – (17% Cr), az 1.4595 (14% Cr), az 1.4509/441 (18% Cr) és az 1.4521/444 (18% Cr) típus. Ez utóbbinak hasonló – egyes változatoknál pedig még jobb – a PRE pittingindexe, mint az 1.4401/316 típusnak. Az 1.4521/444, az 1.413/434 és az 1.4526/436 típusok Mo-t is tartalmaznak. Éppen egy éve tette közzé az EU szabadalmi hivatala az Arcelor új, 19% Cr-tartalmú, Nb-mal stabilizált acéljának szabadalmát, amelyet 950°C feletti változó hőmérsékleten üzemelő szerkezetek anyagaként fejlesztett ki (K44X márkanéven forgalmazza) [4].

Az 1.4003-as (EN 10088-2-ben X2CrNi12, az ASTM A240-ben 410L, 3Cr12, S41003 stb.) típusú ferrites acélt a dél-afrikai Columbus Stainless dolgozta ki elsőként 1980-ban a hagyományos, 13% Cr-tartalmú 409-es típusból, amelynek a hegesztése számos kockázatot jelentett. Az utóbbi években a nagy gyártók több változatot is kifejlesztettek ebből a „legegyszerűbb” alaptípusból ki a C-, N-, Ni-, Mn-, Ti- és Nb-tartalom eltéréseivel. Lézersugaras hegesztéssel szendvicspaneleket is készítenek belőle, amelyek gyorsépítésű házak anyagaként kerülnek felhasználásra [1].

A ferrites acélok hegesztésével kapcsolatos kutatások egyik főszerzője az 1.4003 típus, amelynek hegesztéséhez 309L típusú (24% Cr, 13% Ni) ausztenites hegesztőanyagot célszerű használni. A kis C-tartalom ellenére a hegesztési varratok hőhatásövezetében kristályközi korrózió jelentkezhet, ezért a gyártók a titánnal stabilizált típusokat helyezték előtérbe. Amennyiben a stabilizálatlan típus hegesztésére kerül sor, fontos a helyes technológia alkalmazása, ami jelen esetben elsősorban a *kellően nagy hőbevitel* (legalább 300 J/mm) biztosítását jelenti. A kristályközi korrózióra való érzékenyebbé válás ugyanis annak a következménye, hogy a gyors lehűlés elnyomja a delta-ferrit ausztenit alakulását, ha az anyag túl rövid ideig tartózkodik a kétfázisú tartományban (5. ábra). Emiatt nem ferrit-martenzites szerkezetű lesz a hőhatásövezet, mivel nem keletkezik martenzit a ki sem alakult ausztenitből – amely a gyűjtőhelye a szénnek –, hanem szénben túltelített ferrit alkotja, és ennek „nincs más választása”, mint a szén leadni a krómnak a ferrit-ferrit szemcsehatárokon [5].

A hőbevitel, illetve a lehűlési viszonyok akkor optimálisak, ha annyi ausztenit keletkezik, hogy az képes legyen kizárni a háló-



4. ábra. A fő termékcsoportok régiók közötti megoszlása 2006-ban (forrás: ISSF)

szerűen összefüggő ferrit-ferrit szemcsehatárok kialakulását. Ebből a szempontból nagyon hasznos ismerni a hegesztendő anyag ausztenitpotenciálját, amelyet vagy a Waxweiler-formulával [6, 7], vagy pedig a Kaltenhauser-féle ferritszám (KFF) [5, 8] reciprokéval jellemezhetünk a kémiai összetétel ismeretében:

$$AP_w = 288 C + 350 N + 22 Ni + 7,5 Mn - 18,75 Cr - 54 Si + 338,5 (\text{ha Ni} = 0,42-0,56\%)$$

$$AP_k = 1/KFF = Cr\% + 6 Si\% + 8 Ti\% + 4 Mo\% + 2 Al\% - 40 (C\% + N\%) - 2 Mn\% - 4 Ni\%$$

A kutatási eredmények szerint a kristályközi korrózió elkerülése érdekében a szemcsehatármenti martenzit mennyiségének nagyobb-nak kell lennie [357 C% + 4,64] értéknél (Miyakusu-féle kritérium [9]): az 1.4003-as típusokra ez kb. 12% martenzitet jelent, de a kísérleti tapasztalatok szerint teljes mértékben csak ennek a kétszerese esetén szüntethető meg a kristályközi korrózió veszélye [5].

Az ausztenites acélok új típusai és hegesztésük

A rozsdamentes acélok sorában, az 1930-as években fejlesztették ki a mangánnal ötvözött ausztenites típusokat, amelyeket mintegy 50 éve soroltak be az AISI 200-as sorozatba: elsőként a 6–10% Mn, 4% Ni és 0,25% N ötvözésű 201 és 202 típusokat. A koreai háború tette jóval népszerűbbé a csak 1–3% Ni-t tartalmazó 205-ös és a legfeljebb 1% nikkeltartalmú 214-es („Tenelon”) típusú. A molibdén típusok (pl. 216) az 1960-as évek közepén jelentek meg, majd következtek a rézzel igen, de nitrogénnel nem ötvözött változatok (203, 211). Ennek ellenére – Indiát leszámítva – a 200-as sorozat acélja gyakorlatilag ismeretlenek maradtak a felhasználók széles köre előtt az ezredfordulóiig.

A nikkelar-robbanás azonban véget vetett a 200-as sorozat végétálásának, és a nagy Ni-árcsúcs idején az AISI 200-as sorozatba tartozó ausztenites típusok végképp „visszatértek” Európába is, ahol 1.4618 típusjellel szabványos típust fejlesztettek ki; ennek összetétele is látható az 1. táblázatban, amely az ArcelorMittal, a ThyssenKrupp, az Outokumpu, az Acerinox és az Euro-Inox vezető kutató közös előadásának adataiból származik [10]. Az ázsiai piacon olyan, szinte végtelenen „öcsített” acélok is szerepelnek, mint az 1. táblázat utolsó két sorában bemutatott kémiai összetételű termék a maga szokatlanul nagy S-tartalmával.

Az újonnan kifejlesztett, európai 200-as típus, az 1.4618 optimális kompromisszum költségcsökkentés (kis Ni-tartalom), illetve az alakíthatóság (csökkentett C és N, de növelt Cu) és a 304-eséhez közeli korrózióállóság között. Fontos kiemelni, hogy ezt a típust a legnagyobb európai gyártók közösen dolgozták ki, és az AISI 201-1 típus felső határára esik. Az EN10088 szabvány soron következő át-

dolgozásakor fog bekerülni mint X9CrMnNiCu17-8-5-2 a jelenleg is ott szereplő, 1.4372 (X12CrMnNiN17-7-5) szabványos típus mellé.

Hegeszthetőségét tekintve az új európai króm-mangános acél nagyon hasonlóan viselkedik, mint a jól ismert 1.4301 (304) acél. Ellenállás-hegesztéssel 2 mm vastagságig jól hegeszthető. Volf-rámelektrodás semleges gázos hegesztéssel (WSG), fogyóelektrodás inert gázos hegesztéssel (FIG), plazmaívhegesztéssel, fedettív hegesztéssel és bevonatos elektrodával egyaránt jól hegeszthető, a hegesztőanyagai a 304-es acéloknál alkalmazott 308L(Si) vagy 347(Si) lehetnek. A védőgázos eljárásoknál a következő gázok alkalmazhatók [10]:

- Volf-rámelektrodás (WSG) hegesztés: Argon, Ar + 5% H₂, Ar + He
- Fogyóelektrodás (FIG) hegesztés: Ar + 2% O₂, Ar + He, Ar + 3% CO₂ + 1% H₂
- Plazmaívhegesztés: Argon, Ar + 5% H₂, Ar + He, Ar + 2% CO₂
- Lézersugaras hegesztés: Hélium, Ar + Ni (esetleg).

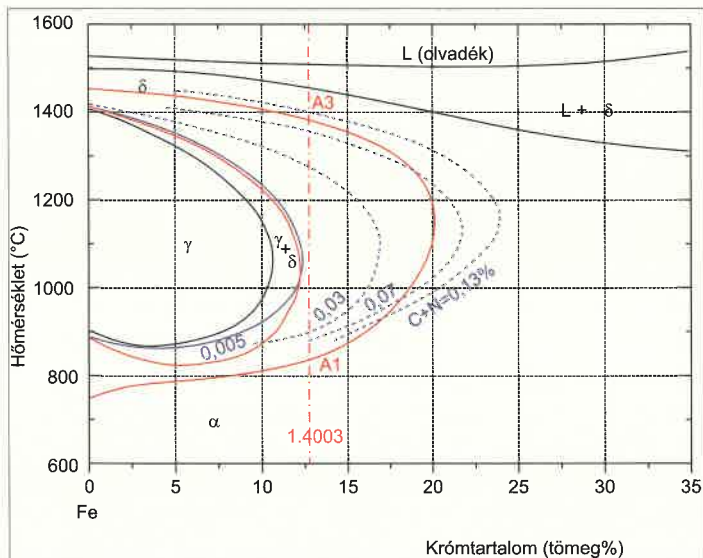
Ugyancsak új, csökkentett nikkeltartalmú ausztenites típusként tekinthetünk az 1.4318 (X2CrNiN18-7, 301LN) acélra, amely korrózióállóságban a 304-eshez azonos szintű, szilárdsága viszont a 201-eséhez és a duplex acélokéhoz mérhető. Nagymértékű képlékenyalakítással és az így kialakult martenzites szerkezet ausztenítésével a 301LN ultrafinomszemcsés és nanoszemcsés változatának kifejlesztésén is dolgoznak az autópári fejlesztési célok elérése érdekében. A nano- vagy ultrafinomszemcsés anyag szemcsedurvulási hajlama miatt csak a lézersugaras hegesztés vagy a kavaró dörzshegesztés jöhet szóba.

A járműiparban gyakori, hogy ausztenites acélt horganyzott szénacéllal kell összehegeszteni. Az EN 1.4318 (AISI 301LN) és a horganyzott ZStE260BH szénacél ponthegeesztett kötéseinek a varratlencse teljesen martenzites szerkezetű lesz a 30–70%-os keveredési iránytartományban. Az ilyen varrat könnyen török az üzem közben kialakuló hidrogénes elrisedés miatt. 301LN anyagú vékony lemezek átlapolat ragasztott kötéseinek és ellenállás-ponthegeesztett kötéseinek vizsgálatával kimutatták, hogy a ponthegeesztett kötések kifáradási határa jóval kisebb a ragasztott kötésekénél, a korróziós kifáradás terén azonban alig mutatkozott eltérés [11].

A duplex acélok új típusai és hegesztésük

A duplex acélok annak ellenére nagyon fontos szerepet töltenek be a rozsdamentes acélok körében, hogy felhasználási részarányuk a világon még az 1%-ot sem éri el. Az Avesta 1930-ban vitte piacra az első két duplex acélját, a 453E (26Cr5Ni) és 453S (26Cr5Ni1Mo) típust, amely később sok országban 329-es típusként lett szabadalmaztatva. Kevéssel ezután fejlesztették ki Franciaországban a 21Cr7Ni2,5Mo ötvözésű Uranus 50 típust. A hegeszthetőség és az önthetőség szempontjából jelentős lépés volt a nitrogénnel ötvözött változatok megjelenése (Ferralium). A széntartalom extra kis értéken tartására alkalmas AOD technológia megjelenésével (1954) az acélgyártók egy olcsó nitrogénbeviteli módszert is kaptak, és ez nyitotta meg az utat a második generációs duplexek kifejlesztéséhez, melyek alaptípusa az 1.4462 (2205). Az 1980-as években jelentek meg a szuperduplex acélok. Ezek pittingindexe legalább 40, de a sokféle és nagy mennyiségű ötvöző miatt a hegeszthetőségük nagyon problémás az intermetallikus kiválások képződése miatt. Sokáig vitáztak arról a szakmai fórumokon, hogy a Mo helyettesítése W-mal előnyös-e, és a vita azzal zárult, hogy a W hatása valószínűleg elhanyagolható [12].

Miként a ferrites acélok belső tagolódása is megváltozott, a duplex acélokon belül is új kategóriák és a prefixumok egész sora jelent meg a hazai szakmai körökben már viszonylag ismertnek mondható „normál” és „szuper-” mellett. A „mikroduplex acél” kifejezés már viszonylag régen előkerült: az 1990-es évek közepén dolgozták ki a mai fogalmak szerint „ultrafinomszemcsés”, lamelláris szerkezetű ausztenit-martenzites turbinarotor-acélt, ez



5. ábra. A Fe-Cr fázisdiagram az 1.4003 acél esetében

azonban nem sorolható be a rozsdamentes acélok duplex kategóriájába (ennek ellenére a hegesztése rendkívül izgalmas). A tárgyhoz tartozóan is megjelentek azonban mikroduplex rozsdamentes acélok [13], amelyek elsősorban a szilárdságnövelési törekvések eredményei, és lényegük a szubmikronos tartományba eső szemcseméret. Egészen természetes, hogy ezen az úton haladva eljutunk a nanoduplex acélokhoz, amelyek nanokristályos szerkezetű anyagok: 20 nm szemcseméretű porokból kiindulva 100 nm szemcseméretű acélszalagok készíthetők hengerléssel.

Ami a korrózióállóságot illeti, ebben a tekintetben is létrejöttek új duplexacél-kategóriák, ezért jelenleg az alábbi tagolást alkalmazhatjuk [12]:

- 22% Cr-ötvözésű, Mo-nel is ötvözött duplex rozsdamentes acélok: pl. 2205 (1.4262), AL2003.
- 25% Cr ötvözésű duplex rozsdamentes acélok: pl. Sumitomo DP3, Uranus47N, Ferralium 255, Carpenter 7Mo, 44LN (1.4460).
- Szuperduplex rozsdamentes acélok: pl. Zeron 100 (1.4501), SAF2507 (1.4410), UR52+ (1.4507), DP3W, SAF2906 (1.4477), DP28W, SAF2707.
- „Sovány” duplex rozsdamentes acélok, angol elnevezésük „lean duplex stainless steels” (LDSS), amelyek Ni-szegény és Mo-mentes ötvözetek: pl. 2304 (1.4262), 19D, LDX2101, UR2202 (1.4062), V2101.

Meg kell jegyezni, hogy az AL2003 gyártója, az Allegheny Ludlum – a viszonylag nagy Mo-tartalom ellenére – az LDSS kategóriába sorolja a szóban forgó termékét, bár 19,5-22,5% Cr-t, 3-4% Ni-t és 1,5-2,0% Mo-t tartalmaz. Az AL2003 hegesztésére vonatkozóan a 2205-ösével megegyező előírásokat fogalmaztak az ASME Code Case 2503 (UNS S32003) utasításba, vagyis AWS 2209-es hegesztőanyaggal kell hegeszteni.

2003-ban alkalmazták először – hőcserélőkhöz – a 27% Cr, 7% Ni, 5% Mo és 0,4% N ötvözésű, SAF 2707HD márkajelű, a gyártó Sandvik által hiperduplexnek nevezett acélt, amelynek egyik fő fejlesztési célja a hegesztheségi problémák kiküszöbölés volt. A mikroszerkezet modellezésének a Thermo-Calc-kal és az ún. ab initio atomi szintű EMTO módszerekkel kiemelkedő jelentősége volt a fejlesztésben [14, 15]. A 2707-es duplexnél a „hiper” előtag azért indokolt, mert a pittingindexe kimagaslóan nagy: PRE = 49. A 2707-es hiperduplex acél hegesztéséhez külön hegesztőanyagot is kifejlesztettek. A nagy N-tartalom az ömledékben, fontos szerepet kap a gyors auszteniitképzésben, ezért 2–3% N₂-tartalmú védőgázból kell pótolni a veszteséget. A ferrittartalom 30–70% között tartása elengedhetetlen a fázisszerkezet stabilitásának és a kiválások elkerülésének érdekében. Ugyancsak jelentős szerepet játszik a teljes hegesztési folyamatban ellenőrzött hőbevitel: a

túlzottan nagy hőbevitel a kiválásoknak kedvez, a túl kicsi pedig a ferrittartalom és ezzel a króm-nitridek megugrásának. Előmelegítés (lánggal, 50–70 °C-ra) csak akkor szükséges, ha a felületi nedvesség jelenléte, lecsapódása lehetséges. Többsoros/többrétegű varratoknál a rétegek közötti hőmérséklet nem lehet nagyobb 100 °C-nál. A hőbevitel biztosítandó értéke a 0,2–1,5 kJ/mm tartományba kell eszen. A csövek hegesztésére a WSG (volfrámelektrodás, semleges gázos) hegesztés javasolt. A varratok kritikus lyukkorróziós hőmérséklete kiemelkedően jó: CPT = 77,5 °C, a mechanikai tulajdonságokat pedig 800 MPa folyáshatár, 950 MPa szakítószilárdság és 30% nyúlás jellemzi [16].

A duplex és szuperduplex rozsdamentes acélok hegesztheségét leginkább a jelentős elridededést és korróziós problémákat okozó kiválási és ferritbomlási folyamatok határozzák meg [17-21]. Ezek mérséklése, sőt elkerülése érdekében egyre elterjedtebben alkalmazzák a vastag szelvények hegesztésére az elektronsugaras hegesztést és a kavaró dörzshegesztést [12].

A sovány duplexek közé sorolt 2304 (1.4362) acél régóta ismert típus, a nikkeltartalma miatt nem is nagyon illik ide, de valójában ezzel az 1980-as évek közepén a Sandvik által bevezetett acéllal kezdték a duplex rozsdamentes acélok Ni- és Mo-tartalmának tudatos csökkentését. Mint minden duplex, melegepedésre ez sem hajlamos. A varratok kívánatos ferrittartalmának biztosítása érdekében 1,0-2,5 kJ/mm hőbevitel és legfeljebb 150°C-os rétegek közötti hőmérséklet szükséges. Elsőként az Avesta dolgozta ki az erre az alapanyagra leginkább megfelelő, 24,5% Cr, 9% Ni és 0,12% N ötvözésű hegesztőanyagot.

A sovány duplex rozsdamentes acélok (elterjedt jelölésük LDSS) kifejlesztése terén úttörő szerepet játszott az Outokumpu – a 2007-ben 250 ezer tonnás duplexacél-világtermelés felét előállító finn gyártó –, amelynek 2001-ben szabadalmaztatott LDX2101 (1.4162) típusa jelenti az alapot a többi gyártó fejlesztései (pl. az Industeel és az Ugitech 2202/1.4062-es típusa, a Valbruna 2101-ese) számára is. Ennek hegesztheségével kapcsolatban ki kell emelni a többi duplexhez képest kiemelkedően jó fázisstabilitást a szigma-fázis-képződéssel szemben, a 475°C-os elridededéssel azonban itt is számolni kell. A kevés auszteniitstabilizáló ötvöző miatt a gyors hűléskor az ausztenit egy része martenzitizál alakulhat [22].

A kiválások mérséklésére nem igazán hatásos módszer a többsoros / többrétegű varratoknál a sok kis hőbevitellel hegesztett varrat, mivel az idő és a hőmérséklet hatása összegződik. Eredményesnek bizonyult a nagy hőbevitelre alkalmas eljárásoknak a nagy hegesztési sebességgel való alkalmazása, mert így lehet legjobban lerövidíteni a kritikus hőmérséklet felett tartózkodás időtartamát. A rétegek közötti hőmérséklet kissé nagyobb is lehet, mint a 2205-nél.

A duplex acélok eme legújabb kategóriájába tartozó acélokhoz is elkezdődött az optimális hegesztőanyagok kifejlesztése: az

Jel	Cr (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cu (%)	C (%)	N (%)	S (ppm)	Md30
1,4618	16,5-18,5	5,5-9,5	4,5-5,5	1,0-2,5	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,010	-57 °C
U&A / 16-7Mn	16	7,5	1,6	2,9	0,05	0,19	<10	40 °C
KTN / H400	18	6,8	3,8		0,035	0,16	7	48 °C
Nitronic 30	16	8,5	2,5		0,02	0,17		102 °C
Allegheny / 219	21	9	6	0,03	0,25			-114 °C
Acesita / P201A	15,2	9	1,1	1,7	0,1	0,1	<10	95 °C
Acesita / P300A	16,1	7,4	1,5	2,9	0,05	0,18	3	36 °C
Jindal / J1	15	7	4	1,6	0,06	0,05	60	75 °C
Jindal / J4	15,9	9,7	1	1,6	0,1	0,15	82	63 °C
NTK / D10	17,5	3,7	4,8	2,8	0,06	0,15	10	-37 °C
X1	15	9,6	1,1	1,7	0,1	0,14	123	75 °C
X2	11,3	12,8	1,1	0,08	0,13	0,05	60	176 °C

1. táblázat. A 200-as sorozatba tartozó különféle termékek jellemző kémiai összetétele. A táblázat utolsó oszlopában az alakítási martenzit képződési hőmérséklete szerepel

Avesta minden fogyóelektródás eljárásra kifejlesztette a rendeltetészerű hegesztőanyagát, a porbeles huzalt is beleértve. Ezek azonban részletes áttekintést érdemelnek, amelyre a cikkünk befejező részében, a hegesztőanyagok áttekintésekor fogunk sort keríteni.

Hivatkozások

- [1] Otto A, Pauly T: The stainless steel industry's response to new challenges ... In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 31-36.
- [2] Andrews SE, Loreth MJ, Rainville GD, Wimmer GW: What will the future hold raw material prices and supply and demand issues for the production of duplex and super duplex? In: Duplex 2007 International Conference & Expo, 18-20 June 2007, Grado, 75.pdf
- [3] Charles J, Mithieux JD, Santacreu PO, Peguet L: The ferritic stainless steel family: the appropriate answer to nickel volatility? In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 703-720.
- [4] Acier inoxydable ferritique dit à 19% de chrome stabilisé au niobium. EP1818421A1, 15-08-2007
- [5] Greeff ML, du Toit M: Looking at the Sensitization of 11–12% Chromium EN 1.4003 Stainless Steels during Welding. Welding Journal, (2006:11) 243-251.
- [6] Waxweiler JH: Process of diminishing of ridging in 17-chrome stainless steel. US Patent 2,851,384, September 9, 1958
- [7] Chalk DL: Non-rigging chromium stainless steel. US Patent, 3,674,467, July 4 1972
- [8] Kaltenhauser RH: Source Book on the Ferritic Stainless Steel. ASM Engineering Bookshelf, (2008) 212-218.
- [9] Miyakusu K, Fujimoto H, Tanaka T: Ferrite and martensite dual phase stainless steel NSS431DP-1. Nisshin Technical Report (1989) 115-121.
- [10] Charles J, Mithieux JD, Krauschick J, Suutala N, Simón JA, Van Hecke B, Pauly T: A new European 200 series standard to substitute 304 austenitics? In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 427-436.
- [11] Alenius M, Pohjanne P, Somervuori M, Hänninen H: Exploring the Mechanical Properties of Spot Welded Dissimilar Joints for Stainless and Galvanized Steels. Welding Journal, (2006:12) 305-313.
- [12] Liljas M: 80years with duplex steels, a historic review and prospects for the future. In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 535-540.
- [13] G. Lothongkum, P. Wongpanya, S. Morito, T. Furuwara, T. Maki, Effect of nitrogen on corrosion behavior of 28Cr–7Ni duplex and microduplex stainless steels in air-saturated 3.5wt% NaCl solution, Corrosion Science 48 (2006) 137–153.
- [14] Nilsson J-O, Chai G, Kivisäkk U: Recent development of duplex stainless steels. In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 585-597.
- [15] Vitos L, Korzhavij PA, Nilsson J-O, Johansson B: Stacking fault energies of austenitic stainless steels from first-principles theory. In: Karjalainen P, Hertzmann S (eds.): 6th European Stainless Steel Conference, June 10-13 2008, Helsinki, 327-328.
- [16] Göransson K, Nyman M-L, Holmquist M, Gomes E: Sandvik SAF 2707 HD (UNS S32707): a hyper-duplex stainless steel for severe chloride containing environments. Revue de Metallurgie, (2007:9) 411-417.
- [17] Komócsin M: A duplex szerkezetű korrózióálló acélok és hegesztésük. Hegesztéstechnika, 4 (1993:2) 41-46.
- [18] Frigyk G: Kiválósos folyamatok a duplex acélban. XX. Hőkezelő és Anyagtudomány a Gépgyártásban Országos Konferencia, Kecskemét (2002) 16-18.
- [19] Frigyk G, Béres L, Ladányi P: Duplex acélok újrakristályosodásának vizsgálata, XVI. Hőkezelő Országos Konferencia, Székesfehérvár, 1995. 18-24.
- [20] Komócsin M: Duplex szerkezetű korrózióálló acélok hegesztése. Gép, 59 (2008:1) 24-27.
- [21] Neumaier P: Ausztenites és duplex acélok ferrittartalmának gyors, helyszíni meghatározása. Bányászati és kohászati lapok. Kohászat, 125 (1992:7-8) 270-273.
- [22] Holmberg B, Lijas M, Hägg F: Consequences on welding procedures when changing material from austenitic to duplex stainless steel. In: Duplex 2007 International Conference & Expo, 18-20 June 2007, Grado, 97.pdf

Halász Gábor, Messer Hungarogáz, hegesztés-vágás szaktanácsadó

Aktualitások a hegesztési védőgázok kiválasztásában

A technológiai fejlődés, a gazdaságosság, a termelékenység növelése és a minőség fokozatos javítása, a számtalan új fejlesztésű alapanyag alkalmazása nagy kihívást jelent a védőgáz hegesztésekkel szemben. A legújabb fejlesztési eredményeket kidolgozó és bevezető nagy gazdasági és ipari potenciálú országokban szinte követhetetlen ütemben hozzák létre az újabb és újabb megoldásokat. A technológiavezető fejlett ipari országokhoz képest ugyan jóval kisebb mértékben, de Magyarországon is tapasztaljuk a védőgáz hegesztési eljárásokat alkalmazó cégeknek az új technológiák megjelenését és fokozatos terjedését.

A védőgázos ívhegesztéshez használt védőgázok fejlesztése már az eljárások megjelenésekor elindult és folyamatosan követi a piaci igényeket. Ennek elsődleges célja a minőség javítása, illetve a teljesítmény növelése. A kezdetekkor használt szén-dioxid és argon gázok mellé különböző összetételű, de jellemzően argon bázisú két-, illetve többkomponensű keverék gázokat fejlesztettek ki.

A védőgázok összetételeit és jellemző tulajdonságait az MSZ EN 439-1998 számú – Hozaganyagok hegesztéshez, védőgázok ívhegesztéshez és vágáshoz című – szabvány csoportosítja, amelyet hamarosan felvált az azonos című jelenleg fordítás alatt lévő EN ISO 14175-2008 szabvány. Az új szabvány hegesztő fe-

lőzőket is érintő változásai a régi és az új összehasonlításával, illetve konkrét példával kerül bemutatásra.

Magyarországon napjainkban a tiszta argon, illetve a 82/18 Ar/CO₂ keverék a legnépszerűbb védőgáz. Ugyanakkor megjelentek és lassan kezdenek elterjedni a különböző három, illetve négykomponenses, az adott technológiára finoman hangolt gázkeverékek. A szakmában csak prémium gázoknak hívott gázkeverékek magasabb egységáruk ellenére megfelelő műszaki feltételek, automatizálás, hegesztőrobot alkalmazás esetén gazdaságosabb gyártást tesznek lehetővé.

A forgalmi adatok alapján bemutatjuk, hogy milyen hegesztési védőgázokat alkalmaznak ma Magyarországon, áttekintjük ezek alkalmazási területeit, minőségi követelményeit. Példákon keresztül illusztráljuk, hogy milyen esetben mit érdemes választani az egyre növekvő hegesztési védőgáz kínálatból. Körbejárjuk azt a kérdést, hogy mikor érdemes új védőgázra váltani és mikor célszerűbb az addig használtat maradni. Esettanulmányok: A védőgáz bár megfelel a szabvány előírásainak, de nem felel meg a felhasználó szigorú követelményeinek; Jóllehet nem a védőgázzal volt a probléma, de egy védőgáz váltással sikerült mérsékelni a veszteségeket. Konkrét esetek és megoldási javaslatok.

Dr. Domanovszky Sándor, Széchenyi-díjas hegesztőmérnök

Az acélépítészet legújabb irányzatai a hegesztés tükrében

Bevezetés

A hagyományos anyagok (kő, fa, tégl, klinker, terrakotta) korlátot szabtak az építmények magasságának. Ezt az acél (és a felvonó) mintegy 120 éve történt bevezetése távolította el. Az oldal irányú erőket (szélteher) és dinamikus igénybevételeket (földrengés) is felvenni képes acélváz egy jó háromnegyed évszázadon át célszerűen és gazdaságosan látta el feladatát, azaz végeláthatatlan utat nyitott a toronyházak számára. Ezek hosszú időn át sík felületekkel, egyenes vonalakkal, szögcselt-, csavarozott helyszíni kötésekkel készültek.

A legfontosabb szempont a gazdaságosság, tehát az alkatrészek tipizálása volt (pl. az Empire State Building vázszerkezetét azonos méretű gerendákból építették fel, így elérték az egy emelet/nap teljesítményt). Ez egyúttal azt is jelentette, hogy az épületek, ill. tartó vázai képezték az acélszerkezetépítés legegyszerűbb, legolcsóbb területét.

Az utóbbi évtizedekben (a Sears Tower, tehát 1974 után) a helyzet – a beruházók erőfitogtatási vágyának, valamint az építészek egyre hóbortosabb álmainak következtében – gyökeresen megválto-

zott. Az acél épületszerkezetek lettek a szakterület legdrágább, legnehezebben kivitelezhető létesítményei. Nincsenek sík felületek, egyenes vonalak, egyforma elemek. Ennek kapcsán a – szakmát nagy kihívások elé állító – helyszíni hegesztés is domináns szerepet kapott. Rendkívüli jelentőséggel bír az, hogy a határokat nem ismerő építész igények megvalósíthatósága érdekében a kivitelezők a konstrukciós kialakításokban milyen változtatásokat képesek elfogadtatni.

A fentiekben körvonalazott építményeket két csoportba lehet besorolni: a fel-



1. kép. A Woolworth Building (1913, 241m)



2. kép. Az Empire State Building (1931, 381 m)

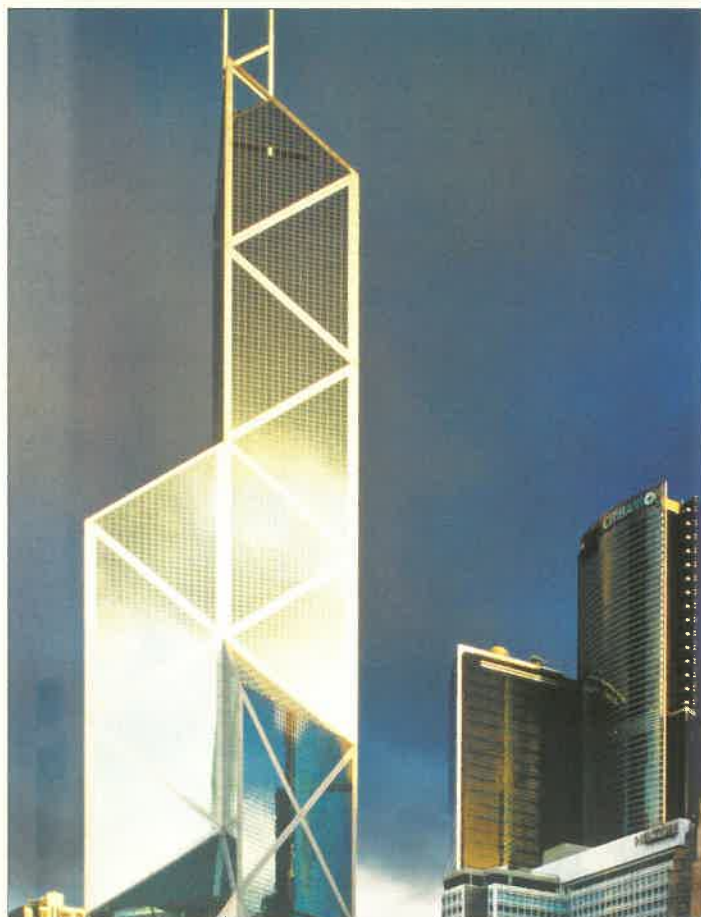


3. kép. A World Trade Center (1972/73, 417/415 m)

ORSZÁGOS KONFERENCIA



4. kép. A Sears Tower (1974, 443 m)



5. kép. A Bank of China (1990, 367 m)



6. kép. A Petronas Tower (1998, 452 m)



7. kép. A Burj Dubai (2008, 850 m)

ORSZÁGOS KONFERENCIA



8. kép. A Burj el Arab szálloda (1999, 321 m)

hőkarcolók és az alátámasztások nélküli, nagy belterű alacsonyabb létesítmények (pl. sportarénák, kiállítási csarnokok).

A továbbiakban – néhány jellemző példa, ill. kép segítségével – igyekszünk a felvázolt helyzetről tömör áttekintést nyújtani.

Felhőkarcolók

Hengerelt acéltartót épületvázként először az angliai Liverpoolban alkalmazták. A szakirodalom az 1885-re Chicagóban felépült, 55 m magas Home Insurance Building-et tartja nyilván első felhőkarcolóként. Ezt követően New York ragadta magához az irányítást. A Flatiron Building (1902) 87 m, a Woolworth Building (1913) már 241 m magas és a világrekordot 1930-ig tartotta (1. kép). Ekkorra készült el a 319 m magasságba nyúló Chrysler Building. A büszke címet azonban nem sokáig birtokolhatta, mert az egy évvel később (1931)

felépült Empire State Building 381 m magasságig emelkedett (2. kép). Ez a napjainkig leghíresebb és a világ szemében a felhőkarcolók szimbólumául szolgáló épület 41 éven át volt csúcstartó. A World Trade Center – szomorú sorsra jutott – két tornyát (417/415 m) 1972/1973-ban adták át (3. kép). Első helyüket nem sokáig tarthatták, mert – a régi rivális – Chicago az 1974-ben elkészült, 443 m magas Sears Tower-ral átvette a vezetést (4. kép).



10. kép. „Örvénylő-felhőkarcoló” tervvariánsok



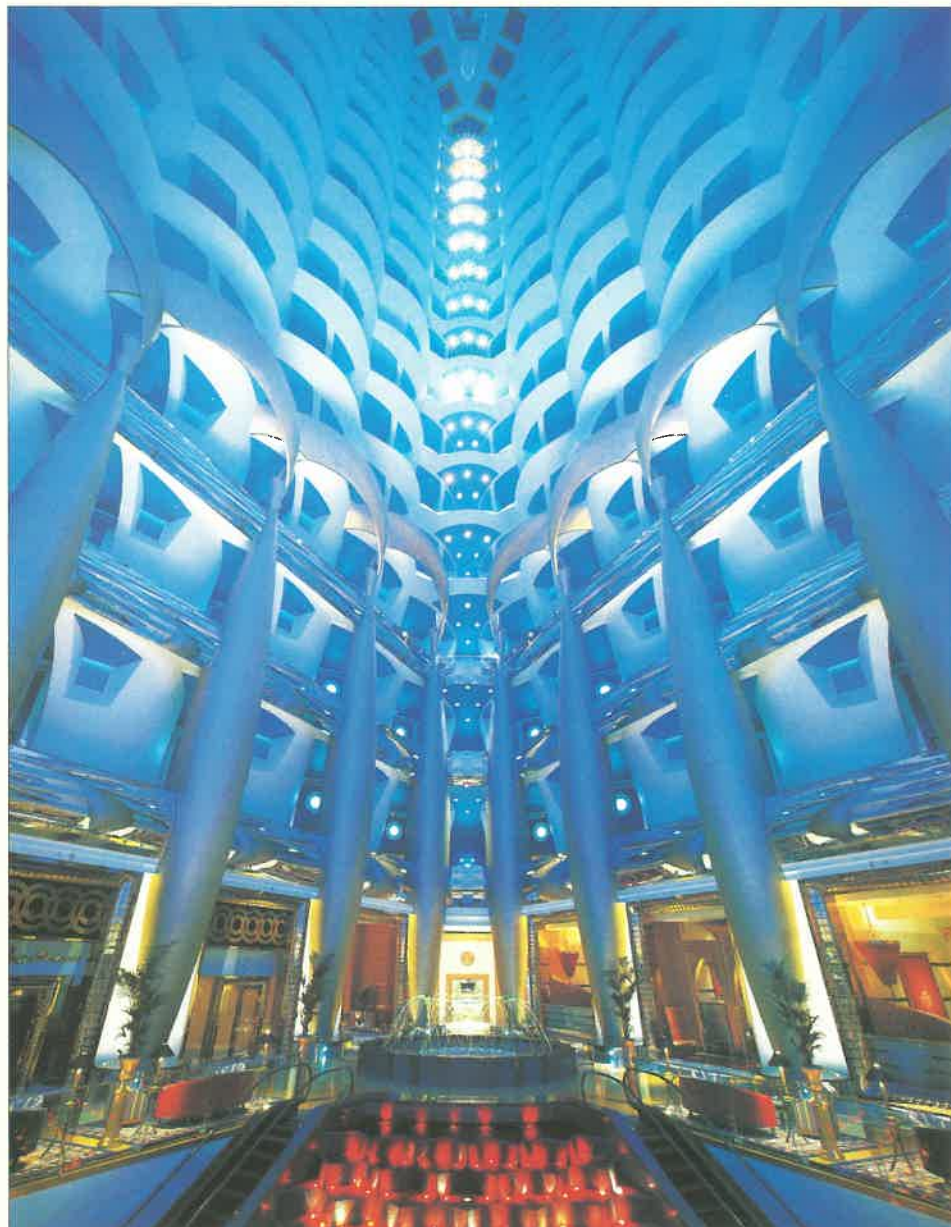
11. kép. „Forgó-felhőkarcoló” tervvariánsok



12. kép. A Dél-Koreában épülő legmagasabb (560 m) ázsiai toronyház látványterve



13. kép. A Bilbao-i Guggenheim Múzeum (1997)



9. kép. A Burj el Arab szálloda látványa belülről



14. kép. A Bilbao-i Guggenheim Múzeum bejárat felőli oldala (látható a títán borítás)



15. kép. A müncheni BMW birodalom az Olimpia-torony 200 m-es magasságából szemlélve, előtérben az új BMW Welt épület (2007)



16. kép. A BMW Welt épületének oldalnézete

A fenti épületek állékonyságát minden esetben az acélváz biztosította. Az utóbbi években – főként helytakarékoság és merevség növelés céljából, de esztétikai okoknál fogva is – az acélvázat láthatóvá tették és egy részét átlós rúdként alkalmazták. Ennek leghíresebb képviselője a Hong Kong-ban 1990-ben elkészült, 367 m magas Bank of China épülete (5. kép). A burkolat kezdetben téglá, klinker, terrakotta, kő (főként homokkő, részben gránit, márvány) voltak. Ezek szerepét a 70-es évektől az üveg, az alumínium és a rozsdamentes acél vette át.

A toronyházépítésben az acélváz egy évszázadon keresztül tartó egyeduralmát a legutóbbi időben a vasbeton megtörte. A Sears Tower-től a rekordot 1998-ban elhódító, 452 m magas Petronas ikertorony (Malaysia, Kuala Lumpur) vasbetonból épült (6. kép). Ezt egyrészt a beton nyomó szilárdságának növelése (140, legújabbán már 200 MPa), másrészt a helyi adottságok (fejlett vasbeton- és gyenge acélipar), harmadrészt a speciális, a korábbi sík felületeket felváltó csipkés ornamentika tette lehetővé, illetőleg indokoltá. A Taj Pei-ben (Taiwan) 2004-re felépült „Taj Pej 101” nevű, 101 emeletes, 509 m magas épület tartószerkezete szintén vasbeton, de ebből az anyagból építik a Burj Dubai 850 m magasra tervezett felhőkarcolóját is, mely – az előirányzat szerint – 2008-ban fog elkészülni (7. kép).

Az acélváz azonban továbbra sem vesztette el jelentőségét. Ugyanis a toronyház építésben (is) egyre távolodnak a hagyományos – a célt észszerűen, gazdaságosan, a statika korábban elfogadott alapszabályai szerinti – megoldásoktól és a súlypontot kizárólagosan a látványra, az extravaganciára helyezik, soha nem látott, a világot mehökkentő, ámulatba ejtő építményeket álmodnak meg. Anyagi korlátok – egyes helyeken – nincsenek. Ezeket többnyire csak acélvázzal lehet megvalósítani. Helyszíni kapcsolataiknál már a hegesztés is előfordul. Az ide illő, leghíresebb példa a Dubaiban felépült a Burj el Arab 7*-os szálloda lehet (8-9. képek).

A 10-12. képeken ábrázolt variánsok a jövő elképzeléseire, irányzataira nyújtanak bepillantást.

Csarnoképületek

Az építészek (és megrendelőik) számára a természet törvényei a felhőkarcolóknál áthághatatlanok. A gravitáció, a szél- és a földrengés hatásait az alacsonyabb épületeknél könnyebb uralni, illetőleg nagyon drágán, de lehet ellenük megoldást találni. Ez sikerül is és így az alkotók még jobban elrugaszkoznak mindenmű racionalitástól. Nincs egyenes vonal, nincs sík felület (sem kívül, sem belül). Mellőzik az alátá-

ORSZÁGOS KONFERENCIA

masztó szerkezetet, oszlopot. Az épületet a tér minden irányába hajló acél vázszerkezet tartja. Nincs két azonos elem, nincs két hasonló geometriájú csomópont. Az építészek többnyire csővázban gondolkodnak, amit a kivitelezők – a valamivel könnyebben megvalósítható – négyszög keresztmetszetű szelvényekre próbálnak „átimádkozni”. A helyszíni kapcsolatok azonban ez esetben is csak hegesztéssel oldhatók meg!

Az acélvázat márvánnyal, üveggel, rozsdamentes acéllal, sőt (noha az jóval drágább) esetleg titán lemezzel burkolják. Ez utóbbit használták a spanyolországi Bilbaóban, az 1997-ben elkészült Guggenheim Múzeumnál (13-14. képek). Itt az oszlopok elhagyása lehetővé tette a világ legnagyobb méretű kiállítócsarnokának megvalósítását. Az új épület már elkészülte előtt híressé vált és átadását követő egy év alatt másfélmillió turistát vonzott az egymillió lakosú, korábban álmos baszkföldi városkába.

Az új irányzat jeles (szintén többszörösen kitüntetett) példája a BMW 2007 októberében felavatott multifunkcionális (az új autók és motorkerékpárok bemutatásának, átadásának, kiállítások, konferenciák, koncertek és egyéb rendezvények otthona) épületkomplexuma. A tervező a BMW számára egy olyan élménycentrumot (BMW Welt) álmódott meg, mely lebegő felhőre emlékeztet. Egységet kíván alkotni a tőle keletre fekvő „négyhengeres” irodaházzal, a BMW Múzeummal, a mögöttük elterülő gyártócsarnok rengeteggel (15. kép), valamint a nyugatra elhelyezkedő, az 1972-es olimpiára megvalósított létesítményekkel.

A 15.000 m²-t lefedő, felhő formájú, helyenként 26 m magasra „úszó” tetőt közel 4.000 tonna acélváz – közbenső oszlopok nélkül – támasztja alá (16. kép). A felszín alatt három szinten garázsok helyezkednek el. A csarnokban – lépcsőkön, függőfolyosókon és liftekkel megközelíthető – három szinten kiállítások, rendezvényterem, különtermek, fogadóhelyiségek, tárgyalók, irodák, büfé, shop és sok egyéb célra alkalmas nyitott és zárt tér kapott helyet. A burkolat mindenütt rozsdamentes acél, márvány és üveg, természetesen a napjainkban elérhető legmagasabb színvonalon. Az álmélkodó látogató elé táruló világból egy keveset a 17. kép próbál érzékeltetni.

Az épületkomplexum nézőnek legmeghökentőbb, kivitelezőnek legbonyolultabb része a délkeleti végen elhelyezkedő, homokóra formájú, ún. „kettős kúp” (18-19. képek). Ez a részben rozsdamentes acéllal, részben üveggel burkolt, kettősfalú építmény egy információs csarnok. A teljesen egyedi formájú létesítményt belülről a 20. kép, a rendkívül bonyolult vázszerke-



17. kép. A kiállítócsarnok részlete



18. kép. A kettős kúp előről szemlélve



19. kép. A homokórára emlékeztető kettős kúp a nyugati bejáratnál



20. kép. A kettős kúp csamokának részlete belülről



21. kép. A kettős kúp rácsos szerkezetének egy hegesztett csomópontja



25. kép. Guggenheim Múzeum terv Litvánia számára



22. kép. A pekingi „madárfészek” stadion modellje



23. kép. A stadion acél tartóvázának építése



24. kép. A tartóváz egy csomópontjának hegesztése

zet egy hegesztett csomópontját pedig a 21. kép szemlélteti.

Napjaink leghíresebb épülete a 2008-as pekingi Olimpiára elkészült, ún. „madárfészek” stadion. Az öt év alatt megvalósított, 330 m hosszú, 220 m széles, 70 m magas, 204.000 m² hasznos alapterületű, 91.000 néző befogadására alkalmas létesítmény joggal ejtette ámulatba az egész világot (22. kép). A valóban madárfészekre emlékeztető, hálós váz szerkezethez 45.000 tonna nagyszilárdságú acélt használtak fel. A grandiózus munkát egyidejűleg sok helyen folytatták (23. kép). A tér minden irányába haladó, szekrényes keresztmetszetű rudak számtalan csomópontja csak hegesztett kötésekkel volt megvalósítható (24. kép). A szakembernek nem nehéz elképzelni, hogy ezek igényeit kielégítő pontos kialakítás, továbbá a kényyszerhelyzetű varratok hihetetlen tömegének, rendkívül rövid idő alatt történt elkészítése a kivitelezőket minden eddiginél nehezebb feladatok sora elé állította. Tiszteletre méltó, hogy ezeket milyen sikeresen oldották meg!

Összegzés

Célunk e cikkkel (illetve a hegesztési felelősök X. Országos Tanácskozásán tartandó előadással) kettős: egyrészt szeretnénk bemutatni a tárgyalt szakterületen végbemenő alapvető változásokat, a rohamos fejlődést, másrészt felhívni a kollégák figyelmét arra, hogy az új helyzet milyen rendkívüli mértékben növeli a hegesztési felelősökre háruló terheket. Minden eddiginél sokkal fontosabb a konstrukció kialakításában történő hatékony részvételük, a gyártás és főként a helyszíni szerelés bonyolult feladatainak optimális megoldása. Mindez pedig felsőfokú tudást és tapasztalatot igényel (melyhez az IWE/IWT diploma csak belépőjegyet jelenthet)!

Dr. Gremesberger Géza, Dunaújvárosi Főiskola

ECONWELD – szoftverek

Az európai hegesztés általános helyzete indokolja, hogy napjaink technikai lehetőségeit minél szélesebb körben alkalmazzák azért, hogy az európai régióban megmaradjon az acélszerkezeti iparág versenyképessége és a résztvevők egészsége ne károsodjék.

A projekt tervezése idején a hegesztésre vonatkozóan már néhány olyan alapvető szempont, akár mint tény is, már régen ismert volt, mint például a hegesztés költségei, ezek optimalizálása és a hegesztést kísérő egészségi és egyéb körülmények objektív létezése és ezek kezelése. Az utóbbihoz legalkalmasabbnak ítélt, a műveletet támogató, egyik eszköz speciális szoftverek megalkotása, amelyekkel a hegesztés, mint virtuális, de a valóságot szimuláló művelet kezelhető.

Ehhez kapcsolódó gondolatmenetben az első és alapvető problémakör a hegesztés költségeinek meghatározása, amelynek előfeltétele egy adekvát adatbázis létrehozása.

Ennek egyik változata az a szoftver, amely az egyes hegesztési eljárásokat, kötésfajtákat stb.-t költségalapon képes elkülöníteni.

Ez a szoftver holland fejlesztés és elnevezése: **CostComp-2008**. A CostComp-2008 segít a megfelelő hegesztési eljárás és néhány alapvető paraméter meghatározásában. Ezzel – rendkívül gyorsan – mintegy képet alkothatunk egy adott hegesztési feladatra vonatkozó fontosabb jellemzőkről, és dönthetünk valamelyik műszaki megoldás, ajánlás alkalmazásáról.

A másik változat az **ECONWELD-ViWeld** (VirtualWelding) szoftver viszont arra szolgál, ha már az előzőn túl vagyunk, akkor a feladatot sokkal részletesebben vizsgálhatjuk, így a hegesztés műszaki, gazdaságossági és egészségi problémáit.

A részletesebb vizsgálathoz nagy és kiterjedt adatbázis szükséges, ezt az ECONWELD - projektben résztvevők kidolgozták, így az MHTe is jelentősen hozzájárult az adatbázis létrehozásához. Ez a program valóban arra készült, hogy a hegesztést, mint komplex folyamatot, illetve jelenséget kezelje.

A ViWeld természetesen használható a CostComp-2008-tól függetlenül is.

A ViWeld tehát figyelembe veszi, kezeli, vagy úgy, mint input adatot, vagy mint következményes értéket (amit az adatbázis felhasználásával határoz meg) a hegesztés általános, primer, műszaki sajátosságait:

- a hegesztés szakmaspecifikus, technológiai jellemzőit, így pl. a hegesztési munkarendet: a hegesztési feszültséget, az áramerősséget, a testhelyzetet, a hegesztési sebességet és a huzalelőtölési sebességet, a működési tényezőt (hatásfokot), továbbá a hegesztőanyag típusát (pl. bevont kézi ívhegesztő elektróda, tömör, porbéléses huzalelektroda, stb.), méretét (pl. az átmérőjét), a védőgázfajtát, a hőbevitel mértékét, az előmelegítési hőmérsékletet, stb.,
- a gazdasági tényezőket, így pl. a költségeket, az egyes varratszakaszok, munkadarabok rész- és teljes hegesztési idejét, a hegesztőanyag szükségletet és költségeit, az inputként bevitt egyéb tényezőket, mint pl. az alapanyag fajtáját, a hegesztési eljárást, stb.,
- az ergonómiai jellemzőket, így pl. hegesztési testhelyzetet, az ebben eltöltendő időt, a függőleges erő kifejtést (N), a felsőkar felemelési szögét, a törzs meghajlítási szögét, fej hajlasi szögét, stb., tehát vizsgálja és értékeli a hegesztőt érő várható fizikai megterhelést.

Az eredmény:

az inputtal, illetve célszerű - akár iterációs - változtatásával a hegesztés műszaki jellemzőinek meghatározása úgy, hogy eh-

hez a költségeken kívül még hozzárendelt a füst és a gázképződés mértéke (mg/s) is.

Az input paraméterek változtatásával a költségek és a füstképződés minimalizálása is elvégezhető.

A program segít megkeresni a műszakilag helyes, a leginkább gazdaságos és az egészséget nem károsító, azt védő, munkaparamétereket és körülményeket.

Az ECONWELD - projekt témáját és tárgyát tekintve azt jelzi, hogy napjainkban tovább folytatódik az a tendencia, amely szerint a hegesztés igyekszik egyre inkább elszakadni a hagyományos és kizárólag a szubjektumra, mint alapra, építő megoldásoktól és a számítás, a vezérléstechnika és az automatika fejlődésével adódott lehetőséget felhasználva elemzi, értékeli és meghatározza sajátos technológiai jellemzőit.

Az ECONWELD szakértői rendszer alkalmazásának főcélja a hegesztő fizikai igénybevételének csökkentése, úgy hogy a termelő tevékenység műszakilag korrekt – szakmailag helyes és gazdaságos maradjon.

Az ECONWELD-projekt ezért útmutató példa és a jövőben várhatóan tovább fejlődik, mert a projekt szerkezete azt jelzi, hogy a költségek, a technológia, különösen az optimált munkaparaméterek és az egészségi állapot alapvető fontosságúakká váltak, és mint már az régen ismert, egymással általában szoros, de ma már egyre inkább objektív, akár szimulációs eljárásokkal követhető, összefüggésben vannak.

A számítástechnika tehát azt a lehetőséget nyújtja, hogy valós időben több egymással párhuzamosan futó a hegesztési művelet jellemzőt meghatározó és kísérő esemény úgy vizsgálható, hogy azok egyidejűleg figyelembe vehetők és ezzel a hegesztés heurisztikus kezelése valósulhat meg.

A **CostComp-2008** és a **ViWeld** programok az MHTe-nél megvannak és az ECONWELD - projekt előírásai szerinti feltételek teljesítésével átvehetők.

A **HEGESZTÉSI FELELŐSÖK X. Országos Tanácskozásán elhangzó előadás a CostComp-2008 és a ViWeld programok rövid, vetített, bemutatása.**

Dr. Jármay Károly, Miskolci Egyetem

Hegesztett szerkezetek tervezése tűzvédelemre

A tűzvédelemmel számolni kell. Erre mutattak rá az elmúlt évtizedekben történt tragikus tüzesetek áruházakban, szórakozóhelyeken, épületekben, üzemcsarnokokban, járművekben, melyek halálos áldozatokat is követeltek. Ezek sok előírás-változást eredményeztek Európa szerte. A rendszabályok számos területre vonatkoznak, beleértve:

- Menekülési útvonal,
- Tűzterjedés: beleértve a „tűzellenállást”, „Tűzben történő reakciókat”,
- A szerkezet első védelme a védelmi időtartam szerint, R30, 60, 90 vagy 120,
- A ventilációs rendszer (füstre és meleg levegőre),
- Aktív tűzvédelmi eszközök, mint tűzoltókészülékek, füstérzékelők, tűzvédelmi zuhanyok,
- Megközelíthetőség tűzoltóknak.

ORSZÁGOS KONFERENCIA

Még ha a tűzvédelem alapösszefüggései és alapfogalmai megegyeznek is mindenütt Európában, az elvárások nem egységesek. Ezt az NFSC1 [1] projekt keretében, a „Kockázat Alapú Tűzvédelmi Elvárások” tervezetben vizsgálták [2]. Például egy egyszerű emeletes háznál a tűzvédelmi elvárás R120 Spanyolországban, de nincs tűzvédelmi előírás Svédországban [2]. Egy közepes magasságú irodaépület tűzellenállása R60 elvárású Hollandiában, ám Franciaországban R120 [1]. Az elvárások fő paramétereit meghatározza az épületek magassága és az épület lakóinak száma és azok tevékenysége. A tűzvédelmi előírásoknak azokon a paramétereken kellene alapulnia, melyek befolyásolják a tűz terjedését. Beleértve a következőket:

- Tűz [a tüzek gyakorisága, a tűz terjedése, a tűz időtartama, a tűzből adódó terhelés, a tűz komolysága...],
- Szellőzés lehetőségei,
- Tűztér (típus, méret, geometria),
- A szerkezeti elem típusa,
- Kiürítési lehetőségek,



1. fotó



2. fotó



3-4. fotó járműtüzek



5-6. fotó acélvázás épületek tüzesetei



7-8. fotó parkolóházak, mint potenciális tűzveszélyek



- Menekítő csoportok biztonsága,
- A szomszédos épületek rizikója,
- Aktív tűz méretei.

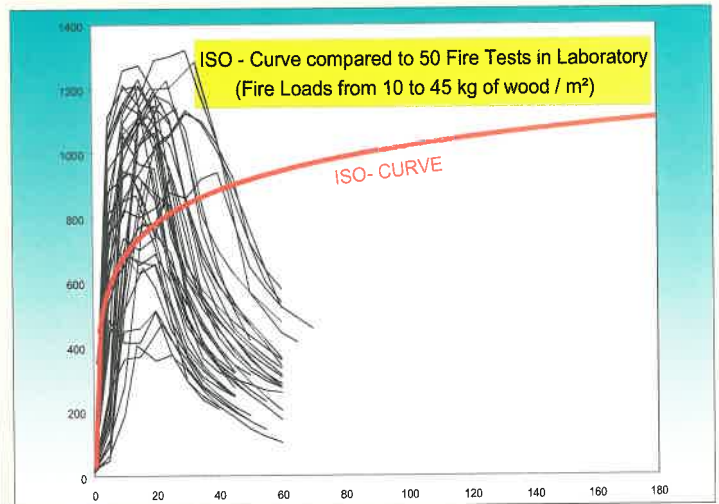
Az összegyűjtött adatok [1, 2] néhány kivételtől eltekintve azt mutatják, hogy a jelenlegi előírások csaknem egyformák és kevés esetben számít, hogy vannak-e locsoló berendezések, vagy nincsenek. A fizikai jellemzők szisztematikus vizsgálatával a szerkezeti biztonság sokkal valóságosabb és sokkal megbízhatóbb közelítéssel vizsgálható és valós tűzjellegűvé fejlesztettek ki különböző ECCS projekteken keresztül, a "természetes tüzre vonatkozó védelmi koncepció" alapján [1, 2, 3, 4].

A módszer statikai és valószínűségi közelítések és vizsgálatok eredményein alapszik. Az eljárás alkalmazható minden szerkezeti anyagra és épületre. Az 1. ábra mutatja a természetes tüz közötti összehasonlításokat különféle paraméterek esetén (helység mérete, tűzterhelése, falburkolatok, éghetőség, stb.) és a szabvány-tűz görbéjét.

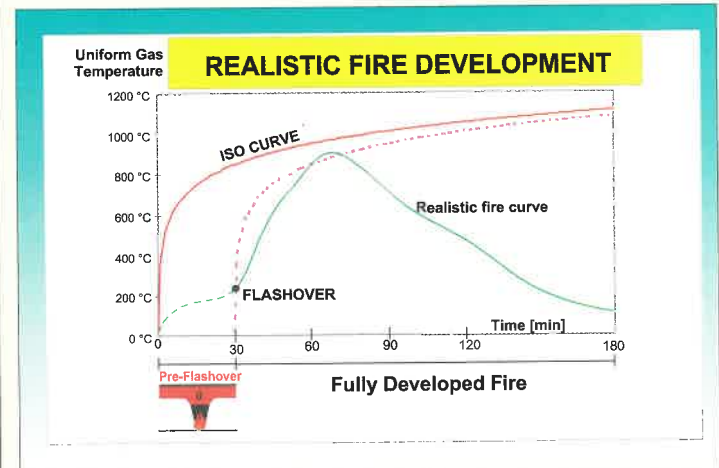
Ez mutatja annak nehézségeit, hogy megértsük az elemek viselkedését valódi tüz esetén, amikor az adatokat a szabványos ISO-tűzgörbéből kapjuk. A valódi tüz jellemzőit nem vesszük figyelembe a szabványos ISO-tűz görbéjénél.

A 2. ábra mutatja a valós tüz jellemzőit, beleértve:

- Füstölés fázisa: A tüzgyújtás és füstölés alacsony hőmérsékleten, melyet sokáig nem lehet megbecsülni. Ezt a fázist nem tartalmazza a 2. ábra,
- Növekedési fázis „elő-kitörés” (tüz lokalizálva): e fázis tartóssága a helység jellegétől függ. A tüz lokalizálódik egy lehetséges kiskülési helyen,



1. ábra Hőmérséklet-idő görbe természetes és ISO-szabványtüz esetén



2. ábra Természetes tüz szakaszai

- Fellobbanás: egy generált tűz. Ez a fázis alijában véve nagyon rövid,
- Fellobbanás utáni tűz: Ez a fázis megegyezik a generált tűzzel, melynél a terjedés a tűzterhelésétől és a szellőzéstől függ,
- Csökkenő fázis: a tűz nem csökken mindaddig, míg az összes éghető anyag teljesen el nem ég.

1. Módszertan

1.1. Fejlett tűz számítási módszer

Különböző szintű tűzszámítási módszerek vannak:

- Egyszerű módszer: főleg a parametrikus tüzek
- Zóna modellek: ezek a modellek figyelembe veszik a fő paramétereket, melyek meghatározzák a tüzet
- Területi módszerek: túl összetett, hogy alaptervezési eszközként alkalmazzuk. Habár a modellek területei az egyetlen módja a bonyolult geometriának [5].

Az egyzónás modell feltételezi az egyenletes hőeloszlást a tűzterben, míg a kétfónás modellek a lokalizált tűz fűstrétegével számolnak. A tűzterjedés fő paramétere a tűzterhelés aránya (RHR). A tűzterhelés ezen aránya a tüztér méretének, a tűz aktivitásának és az időnek a függvénye. A tűz kezdetben egy lokalizált tűz a fellobbanási szakaszban. Ennek a szakasznak a kezdetét a tűz növekedése adja meg, melyet mennyiségileg mint a t^2 tűz feltételeznek. Ez azt jelenti, hogy a hőfelszabadulás arányát parabolikus egyenlet szerint határozták meg. Az épületek négy kategóriába sorolhatók a tűzterhelés sebessége szerint: lassú, közepes, gyors és nagyon gyors. A tűzterhelés aránya elérni a maximális értékét, a tartós állapotnak megfelelő áramlási, vagy szellőztetési adottságok szerint. Az értékeléshez tudnunk kell az RHR növekedését és a tűz terjedését a fellobbanásig, vagy hogy a tűz lokalizált marad. Amikor a fellobbanás feltételei, vagy az általános tűz nem adott, a tűz lokalizálása marad. Ebben a feltételben a kétfónás modell használatos, hogy felbecsüljük a fűstréteg alapvető hatását. A tűzhöz közeli helyi hatást szintén tapasztalati modellekkel határozták meg előzetes „nagykamrás természetes tűz” kutatások alapján [6]. Hasemi [7,8,9,10] által végzett mérések, adatgyűjtések segítségével egy egyszerűbb módszerrel meghatározhatjuk lokalizált tűzben a termikus viselkedéseket. A két modell kombinációja megengedi a tűzhöz közeli és távoli hőmérsékleti mezők meghatározását.

1.2. Szerkezetek tűz alatti viselkedése

Ezen termikus hatások szerint számolandó a szerkezeti elemek hőátadása. Különböző szintű modellek alkalmazhatók. A hőmérsékleti mezők meghatározhatók a szerkezetben tűz esetén a mechanikai terhelésből, a szerkezet viselkedése pedig meghatározható szintén több szintű modellekkel. Elfogadható az egyszerűbb modellek elem/elem kalkulációjának használata. Alijában véve ez a modell a kritikus hőmérséklet fogalmán alapszik. Ha a hőmérséklet a kritikus hőmérséklet alatt van, akkor nem történik végzetes tönkremenetel. Ha a hőmérséklet magasabb értéket vesz föl, mint a kritikus hőmérséklet, akkor a szerkezet tönkremegy. Ez a „megfelelési vagy tönkremeneteli” kritérium. A cél, hogy a tönkremeneteli idő nagyobb legyen, mint a várható természetes tűz időtartama. Sokkal kifinomultabb modellek, például végeselemes számítások is használhatók. A modell eredményei alijában véve a teljes tűzfennállás közbeni deformációk értékei. Néhány esetben, a teljesítmény kritérium (hogy felmérhessük, melyik szint a kielégítő) a deformáció értéke szerint adódik.

A szerkezetek tűz alatti viselkedés-vizsgálata megenged egy kivételes teljesítmény kritériumot, vagy limitált deformációt, vagy szerkezeti rongálódást. A tervezési szempontok közötti választás

attól függ, hogy milyen következményei vannak a tönkremenetelnek az épület funkciójára. Például egy nagyméretű műemlék épület esetén semmilyen szerkezeti roncsolódás nem történhet rajta az egész tüzeset alatt.

1.3. Elvart adatok

A módszer kiválasztásához az épület jellemzőit ismerni kell. A tüzet definiálni kell nemcsak a geometriája szerint, de a tűzenergia felszabadulása és a nyitottság szerint, mely biztosítja a légcserét a tüztér környezetével.

2. Tűz fejlődésének számításai

2.1. Bevezetés

Amikor a tűz terjedését numerikusan szimuláljuk, különböző egyszerűsítéseket alkalmazunk. Ebben a részben a lobbanáspont előtti tüzek modelljeivel (a lokalizált tűzmodelleknek és a kétfónás modelleknek) és a lobbanáspont utáni esettel (teljesen kifejlett tűz) foglalkozunk. A területmodelleket (CFD: Computer Fluid Dynamics) kizárták ebből a részből. Ezek túl összetettek és időigényesek az egyszerű eszközkénti használathoz.

2.2. Lokalizált tűz

Lokalizált tűzben felhalmozódott égéstermékek egy rétegben található a mennyezet alatt (felső réteg) egy vízszintes felülettel a forró réteg és az alsóbb réteg között ahol a gázok sokkal hidegebb hőmérsékletűek. Ezt a szimulációt jól szemlélteti a kétfónás modell, alkalmazható minden lobbanáspont előtti állapotra. A gáz hőmérséklet-növekedésének számítása ezeknek a modelleknek a használatával lehetővé teszi a füst épületben való terjedésének megismerését, és hogy megbecsüljük az élettartam-biztonságot a fűstréteg magassága, mérgező füst-koncentráció, sugárzó áramlás és látható sűrűsége szerint.

A tűz fölött lévő vízszintes elemekre vonatkozó termikus hatás szintén függ a tüztől mért távolságtól.

2.2.1. Kétfónás modellek

A zónás modell név a numerikus programoktól ered, melyekkel számítjuk a gázok hőmérsékletének növekedését az idő szerint, integrálva a szokásos differenciálegyenleteket melyek megadják a tömegmegmaradást, az energiamegmaradást a tüztér minden zónájára. Egy alapvető hipotézisen alapszanak, mely szerint a hőmérséklet egyenletes minden zónában. A zóna modellek nem csak a gázok hőmérsékletének növekedését adják meg a kamrában, hanem de információval szolgálnak a falak hőmérsékletéről, vagy a gázok nyílásokon mért kiáramlási sebességéről. A zónamodell területének adatai:

- Geometriai adatok, mint a tüztér méretei, a nyílások és a fő részek adatai,
- A falak anyagi jellemzői,
- A tűz adatai: az RHR görbe értékek, pirolízis arány, az anyag égéshője.

A kétfónás modellben az egyenlet egyensúlyt mutat a tömeg és az energia között, mind a két rétegben, és a két réteg közötti cseréket a légáramlási modellen keresztül. A szimuláció eredményeként a gázhőmérsékletet megkapjuk mindkét rétegben, csakúgy mint a falhőmérsékletet és a nyílásokon átmenő áramlási értékeket. Egy fontos eredménye a fejlődésnek az idő szerinti mindkét réteg vastagsága. A két réteg vastagsága, amely jobban emlékeztet a hidegebb hőmérsékletre és nem tartalmaz égésterméket, nagyon fontos, hogy megfeleljen a tüztér védetősége a lakók miatt.

A 3. ábra megmutatja, hogyan modellezik a kamrát a kétfázisú modellben, különböző határokkal az energia és a tömeg egyensúlyára vonatkozólag.

3. ábra egy tipikus egyszerű helyzetet, amikor a tüztér energiát és tömeget kizárólag a külső környezettel cserél. Ezek a modellfajták képesek vizsgálni sokkal összetettebb épületeket, ahol a kamrák eredő tömeg és energia cseréi a külső környezettel és az épületen belüli más kamrákkal is történhet. Itt a különlegesség, hogy a füst terjedését vizsgáljuk a tűzkamrában és a többi kamrában is. Mint egy olyan esetben, amikor többkamrás kétfázisú modellt vizsgálunk 4. ábra.

2.2.2. A Heskestad módszer

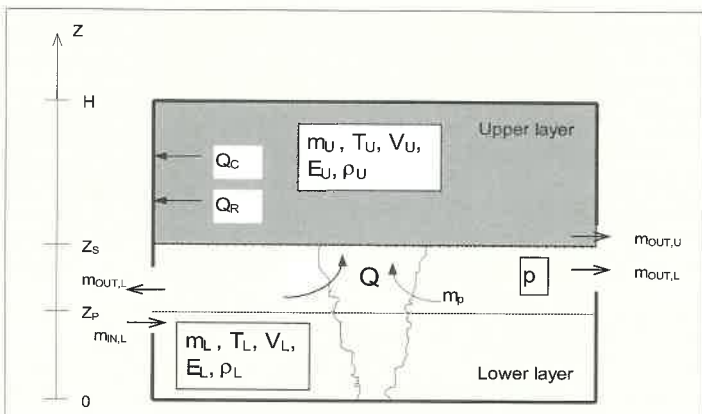
A lokalizált tűz termikus hatását megbecsülhetjük a Heskestad módszerrel [11].

Különbségeket kell tenni a láng relatív magassága és a mennyezet magassága között.

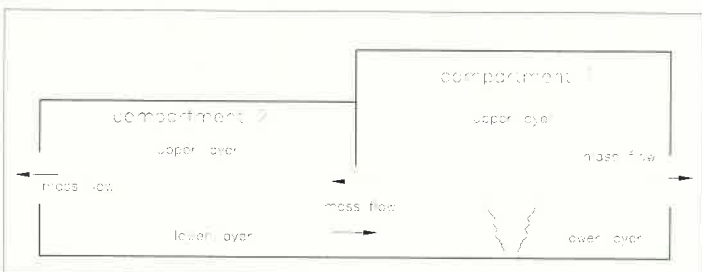
A láng hossza L_f a lokalizált tűzben adott (lásd 5. ábra), mint:

$$L_f = -1,02 D + 0,0148 Q^{2/5} \quad (1)$$

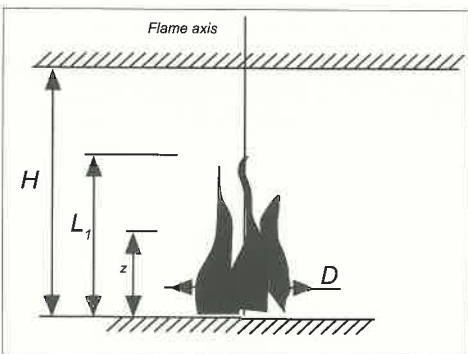
Amikor a láng nem csapódik a mennyezetnek ($L_f < H$; lásd 5. ábra) vagy nyílt ég alatti tűz esetén, a hőmérséklet $\Theta_{(z)}$ a függő-



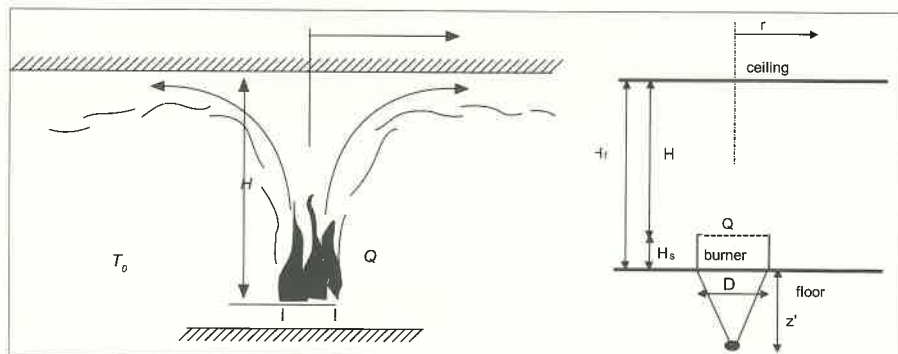
3. ábra Tüztér a kétfázisú modellben



4. ábra Tüztér egy többkamrás kétfázisú modellben.



5. ábra Lokalizált tűzmodell arra az esetre, amikor a tűz nem éri el a mennyezetet.



6. ábra Lokalizált tűz sémája és Hasemi tűzleírása

leges láng tengelye mentén szimmetrikus és meghatározható a következő módon

$$\Theta_{(z)} = 20 + 0,25 Q_c^{2/5} (z-z_0)^{-5/3} \quad (2)$$

D tűzátmérő [m], lásd 5. ábra,

Q a tűz hő kibocsátás értéke [W],

Q_c a hő kibocsátás értékének konvektív része [W], $Q_c = 0,8 Q$ alapértelmezésben,

z a tüztengely mentén a magasság [m],

H a tűz alapja és a mennyezet közötti távolság [m], lásd 5. ábra

2.2.3. Hasemi módszere

Hasemi módszere [7, 8, 9, 10, 11] egy egyszerű eszköz a lokalizált hatások kiértékelésére a tűz fölött lévő vízszintes elemekre. Ez a Building Research Institute, Tsukuba, Japán mérési értékeire alapszik.

A módszer adatainak jelentése:

Q a tűz hő kibocsátásának értéke [W],

H_f a padló és a mennyezet közötti távolság [m],

D tűzátmérő (vagy a jellemző hossza) [m],

H_s függőleges távolság a padló és a tűz alapja között [m],

A változók:

H a tűz alapja és a mennyezet közötti távolság [m],

Q^* tűz hő kibocsátásának arányának (RHR) dimenzió nélküli értéke [-],

Q_H^* tűz hő kibocsátásának arányának (RHR) dimenzió nélküli értéke [-],

z' függőleges irányú a virtuális hőforrás, figyelembe véve a tűz alapját [m],

L_H a láng vízszintes hossza a mennyezet [m],

r vízszintes távolság a mennyezet és a tűz közepe között [m].

Az eljárás:

$$H = H_f - H_s \quad (3)$$

$$Q^* = \frac{Q}{1,11 \times 10^6 D^{2,5}} \quad (4)$$

$$Q_H^* = \frac{Q}{1,11 \times 10^6 D^{2,5}} \quad (5)$$

$$z' = 2,4 D (Q^{*2/5} - Q^{*2/3}) \quad Q^* < 1,00 \quad (6)$$

$$z' = 2,4 D (1,00 - Q^{*2/5}) \quad Q^* \geq 1,00 \quad (7)$$

$$\frac{L_H + H}{H} = 2,90 Q_H^{*0,33} \quad (8)$$

L_H számítása az előző egyenlet szerint a H értékből, számítható a hőáramlás q'' [kW/m²] az r távolságra a következők szerint

$$q'' = 100 \quad y < 0,30 \quad (9)$$

$$q'' = 136,30 - 121,00 y \quad 0,30 < y < 1,0 \quad (10)$$

$$q'' = 15 y^{-3,7} \quad y > 1,0 \quad (11)$$

$$y = \frac{r + H + z}{L_H + H + z} \quad (12)$$

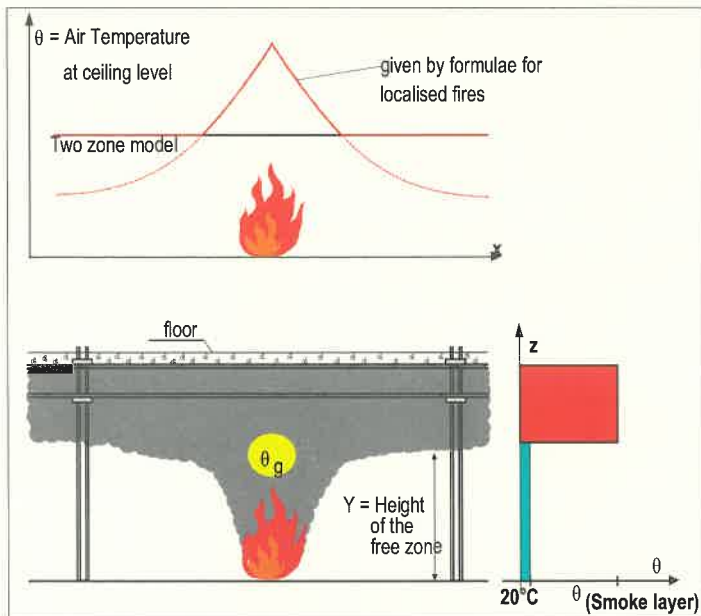
A fluxus q'' arányosan csökken a mennyezet magasságának csökkenésével az y értéke szerint és növekszik a Q növekedésével. A 7. ábrán ezeket a függvényeket láthatjuk a következő esetre:
 $r = 0$ $H = 5$ m $D = 3$ m

2.2.4. A kétzónás modell és a lokalizált tűzmodell kombinációja

A lokalizált tűzben a gáz hőmérséklet-eloszlása a kamrában megbecsülhető a 2 zónás modell szerint. Ennél a modellnél a gáz hőmérsékletét minden rétegben a szerint a hipotézis szerint számítjuk, mely szerint azonos az egyes rétegekben. Ez az átlagos hőmérséklet a forró zónában alapjában véve elég pontos mindaddig, amíg a következő átfogó jellemzőket szem előtt tartjuk: a füst mennyisége mely elterül a kamrában, a lobbanás valószínűsége, a tető vagy a mennyezet teljes összeomlása stb.

A füst zóna magassága és a hőmérsékletei a forró gázoknak az acélszerkezetek szintjén a tűztől különböző távolságokra kiszámíthatóak a TEFINAF modellel [6].

Ez a modell kombinálja a kétzónás modellt, amely tartalmazza a magasság és a forró zóna fő hőmérsékletének képletét mely megadja a csúcshőmérsékletet a tűz fölött különböző távolságokban.



8. ábra A kétzónás és a lokalizált tűz modellek kombinációja

3. Az eurocode szerinti mechanikai hatások

Tűz esetén, a szerkezet hasznos terhelése meghatározható a következő képlettel (lásd a 6.11 b ábra relációját az EN1990 szabványban):

$$\sum_{i \geq 1} G_{k,i} + (\Psi_{1,1} \text{ or } \Psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (13)$$

- $G_{k,i}$: az állandó hatások jellemző értéke
- $Q_{k,1}$: változó hatások jellemző értéke
- $Q_{k,i}$: változó hatások járulékos jellemző értéke
- $\Psi_{1,1}$: változó hatások rendszerességi-tényezőjének értéke
- $\Psi_{2,i}$: változó hatások majdnem-állandó tényezőjének értéke

Az ajánlott értékek a Ψ_1 -re és a Ψ_2 -re az EN1990 szabvány Az 1. táblázatában adottak, de változhatnak a Nemzeti Melléklet szerint.

Egy másik fontos, az Eurocode-ban nemzetileg sűrűn használatos tűztervezési paraméter a terhelés határfoka tűz esetén $\eta_{fi,t}$, amely meghatározható mint:

$$\eta_{fi,t} = \frac{E_{d,fi}}{E_d}$$

ahol E_d és $E_{d,fi}$ szobahőmérsékleten figyelembe vett tervezési hatások. Ez meghatározható:

$$\eta_{fi,t} = \frac{G_k + \psi_{fi,t} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (14)$$

Ahol $\gamma_{Q,1}$ részleges tényező a változó terhelés hatására 1.

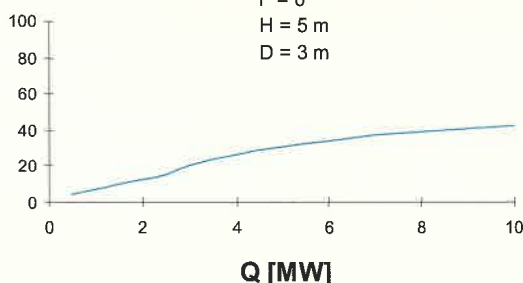
Valójában, a terhelés határfoka η_{fi} erősen függ a $\psi_{1,1}$ tényezőtől ami az épületek kategóriájától függően változik. Az EN1993-1-2 szabványban (acélszerkezetekre vonatkozó tűz fejezete) és EN1994-1-2 szabvány (kompozit elemekre vonatkozó tűz fejezet), a következő ábra (9. ábra) megmutatja mindkét terhelési arány és a $\psi_{1,1}$ befolyását a terhelés határfokán.

4. Hegesztett acélszerkezeti elemek szilárdsági számítása

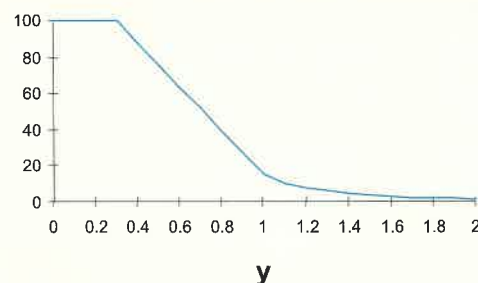
Az elemek 3-as osztályúak az Eurocode 3 szerint [12]. A terhelés összetett, kétirányú hajlítás és nyomás. A stabilitásra vonatkozó tervezési biztonság $R_{fi,t,d}$ az idő t függvényében a következő módon határozható meg:

$$\frac{N_{f,Edi}}{\chi_{min,fi} A k_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} + \frac{k_z M_{y,fi,Ed}}{W_{el,y} k_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} + \frac{k_z M_{z,fi,Ed}}{W_{el,z} k_{z,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} \leq 1 \quad (15)$$

q'' [kW/m²]



q'' [kW/m²]



7. ábra q'' az y és a Q függvényében

$$\frac{N_{f,Ed}}{\chi_{z,fi} Ak_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} + \frac{k_{LT} M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} W_{el,y} k_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} + \frac{k_z M_{z,fi,Ed}}{W_{el,z} k_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} \leq 1 \quad (16)$$

ahol:

$$\chi_{LT,fi} = \frac{1}{\Phi_{LT,\theta,com} + \sqrt{(\Phi_{LT,\theta,com})^2 - (\bar{\lambda}_{LT,\theta,com})^2}} \quad (17)$$

$$\Phi_{LT,\theta,com} = \frac{1}{2} \left[1 + \alpha \bar{\lambda}_{LT,\theta,com} + (\bar{\lambda}_{LT,\theta,com})^2 \right] \quad (18)$$

$$\alpha = 0.65 \sqrt{235/f_y} \quad (19)$$

$$\bar{\lambda}_{LT,\theta,com} = \bar{\lambda}_{LT} \sqrt{k_{y,\theta,com} / k_{E,\theta,com}} \quad (20)$$

ahol:

$k_{y,\theta,com}, k_{E,\theta,com}$ redukciós tényezők a szabvány 4.2 fejezete szerint, ahol a lineáris rugalmas tartományban adott $\theta_{a,com}$ maximális hőmérséklettel számolhatunk a nyomott övelemben adott t idő esetén.

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} Ak_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} \leq 1 \quad (21)$$

ahol

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_{z,\theta} \beta_{M,LT} - 0.15 \leq 0.9 \quad (22)$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} Ak_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} \leq 3 \quad (23)$$

ahol

$$\mu_y = (1.2 \beta_{M,y} - 3 \bar{\lambda})_{y,\theta} + 0.44 \beta_{M,y} - 0.29 \leq 0.8 \quad (24)$$

$$k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} Ak_{y,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} \leq 3 \quad (25)$$

ahol

$$\mu_z = (2 \beta_{M,z} - 5) \bar{\lambda}_{z,\theta} + 0.44 \beta_{M,z} - 0.29 \leq 0.8 \quad (26)$$

4.1. A hőmérséklet és az anyagjellemzők meghatározása emelkedő hőmérséklet esetén

A hőmérséklet emelkedését tűzvédelem nélküli szerkezetnél [11, 12] alapján határozhatjuk meg:

Kezdőidőnek vesszük a $t_i=0$ értéket, az időperiódus: $\Delta t_i = 5$ másodperc, $t_i = t_i + \Delta t_i$ [sec],

Az idő tartománya $0 \leq t \leq t_{max}$ [sec],

ahol t_{max} lehet 1/2, 1, 1 1/2, 2, 4 óra, ami 1800, 3600, 5400, 7200, 14400 [sec].

Az acél hőmérséklete változik $20 [^\circ\text{C}] \leq Q_a \leq 1200 [^\circ\text{C}]$ között.

A kezdőértékek a következők:

$$\Theta_a = 20 [^\circ\text{C}], \Delta \Theta_a = 0 [^\circ\text{C}], \rho_m = 7850 \text{ kg/m}^3.$$

A fahő a hőmérséklet függvényében a szabvány szerint meghatározható.

A gáz hőmérséklete a tűzhatásnak kitett szerkezeti elem környezetében (szabványos hőmérséklet-idő görbe)

$$\Theta_g = 20 + 345 \log \left(8 \frac{t_i}{60} + 1 \right) [^\circ\text{C}], \quad (27)$$

$$\text{A nettó hőáramlási fluxus, } \dot{h}_{netc} = \alpha_c (\Theta_g - \Theta_a) \quad (28)$$

A nettó hőszugárzási fluxus

$$\dot{h}_{netr} = \Phi \varepsilon_m \varepsilon_f \sigma \left[(\Theta_g + 273)^4 - (\Theta_a + 273)^4 \right] [\text{W/m}^2], \quad (29)$$

ahol a konfigurációs tényező $\Phi = 1$, az elem felületi sugárzó képessége $\varepsilon_m = 0.8$, a tűz sugárzó képessége $\varepsilon_f = 1.0$, a Stephan Boltzmann állandó $\sigma = 5.76 \times 10^{-8} [\text{W/m}^2\text{K}^4]$.

A teljes nettó hő fluxus a hőszugárzási és a hőáramlási fluxusok összegéből számítható

$$\dot{h}_{netd} = \dot{h}_{netc} + \dot{h}_{netr}, \quad \frac{A_m}{V_m} = \frac{1}{10^{-3} t_2}, \quad \text{ahol } \frac{A_m}{V_m}$$

a szelvénytényező védelem nélküli acélelemeknél.

Action	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Imposed loads in buildings, category (see EN 1991-1.1)			
Category A: domestic, residential areas	0,7	0,5	0,3
Category B: office areas	0,7	0,5	0,3
Category C: congregation areas	0,7	0,7	0,6
Category D: shopping areas	0,7	0,7	0,6
Category E: storage areas	1,0	0,9	0,8
Category F: traffic area vehicle weight $\leq 30\text{k}$	0,7	0,7	0,6
Category G :traffic area, 30 kN < vehicle weight $\leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Category H :roofs	0	0	0
Snow loads on buildings (see EN1991-1.3)			
Finland, Iceland, Norway, Sweden	0,70	0,50	0,20
Remainder of CEN Member States, for sites located at altitude H > 1000 m a.s.l.	0,70	0,50	0,20
Remainder of CEN Member States, for sites located at altitude H > 1000 m a.s.l.	0,50	0,20	0
Wind loads on buildings (see EN1991-1.4)			
Temperature (non-fire) in buildings (see EN1991-1.5)	0,6	0,2	0
Temperature (non-fire) in buildings (see EN1991-1.5)	0,6	0,5	0

1. táblázat Ajánlott értékek a ψ tényezőkre épületeknél.

$$\Delta\Theta_a = k_{sh} \frac{\frac{A_m}{V_m} h_{netd} \Delta t_i}{c_a \rho_m}$$

ahol $k_{sh} = 1$. (30)

Az acélelem felületi hőmérséklete $\Theta_a = \Theta_a + \Delta\Theta_a$. (31)
A számítás iterációval történik.

4.2 Az acél anyagjellemzőinek meghatározása magasabb hőmérsékleteken

A folyáshatár és a Young modulusz meghatározása magasabb hőmérsékleten a Eurocode 3 1.2 része [12] alapján történik. A 2. táblázat tartalmazza a redukciós tényezőket 20 és 1200 °C között.

A folyáshatár egy adott hőmérsékleten számítható a $k_{y\Theta}$ redukciós tényezőtől $f_{y,\Theta} = k_{y,\Theta} f_y$. A Young-féle modulusz egy adott hőmérsékleten számítható a $k_{E\Theta}$ redukciós tényezőtől $E_{a,\Theta} = k_{E,\Theta} E_a$. A tűzállóság nem a tényleges, véletlenszerűen előforduló és méretű tüzre vonatkozik, hanem a szabványos tüzre (ISO 834) [13] ebben az esetben.

5. Összefoglalás

Több modellt láthatunk a tüztér hőmérsékletének, valamint a szükséges adatoknak az idő szerinti számítására. Hogy meg tudjuk egy szerkezeti elem hőmérsékletét az idő szerint határozni fontos, hogy kiszámítsuk ezeknek az elemeknek a hőáramlását.

Az áramló és sugárzó hőátadás történhet a forró gázok, a lánokok és a környezetükben lévő szerkezeti elemek között. Az elemek felmelegedése függ az elemek típusától (tisztá acél, vagy kompozit acél/beton) és a természetüktől és a tűz elleni védelemtől. Ha a szerkezet környezetének hőmérsékletét ismerjük és a terhelések véletlen kombinációit, akkor a termo-mechanikai viselkedését meg tudjuk határozni. Acélszerkezetek tüzre való méretezésénél a felmelegedő anyag viselkedését és terhelhetőségét jól lehet követni a számítások alapján.

Az ismertett vizsgálatok és a gyakorlati tapasztalat azt mutatják, hogy szükséges foglalkozni a tűzvédelemmel, mert figyelembe véve a potenciális tűzhatást a tervezés során, növelve a hőre

Hőmérséklet (°C)	$k_{y,q}$ redukciós tényező (f_y -ra)	$k_{E,q}$ redukciós tényező (E_a -ra)
20	1,000	1,000
100	1,000	1,000
200	1,000	0,900
300	1,000	0,800
400	1,000	0,700
500	0,780	0,600
600	0,470	0,310
700	0,230	0,130
800	0,110	0,090
900	0,060	0,0675
1000	0,040	0,0450
1100	0,020	0,0225
1200	0,000	0,0000

2. táblázat. A folyáshatár és a Young-féle modulusz redukciós tényezői a hőmérséklet függvényében

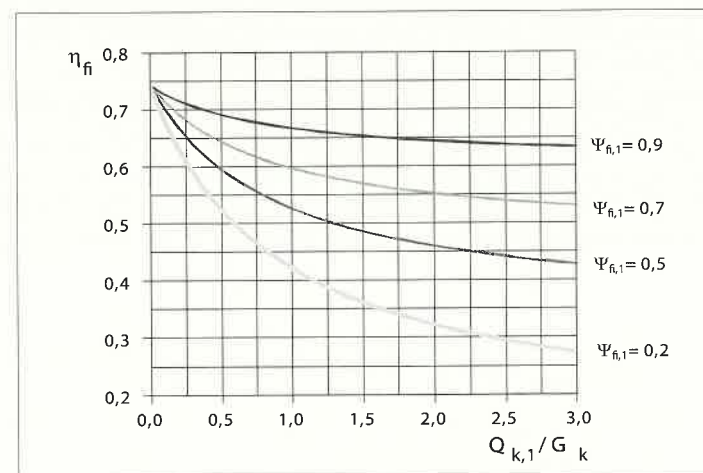
lágyló szerkezet méreteit, vagy tűzvédelmi bevonatot alkalmazva elkerülhetjük a nagyobb tönkremeneteleket.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikk a DIFISEK+ program (Dissemination of Fire Safety Engineering Knowledge) WP1 része: Termikus és mechanikus hatások, O. Vassart, L.G. Cajot & M. Bresseur, ArcelorMittal, Esch/Alzette, Grand-Duchy of Luxembourg felhasználásával készült.

7. Hivatkozások

- [1] Schleich J-B., Cajot L-G., et al.: Competitive steel buildings through natural fire safety concept. *ECSC Research 7210 SA/125,126,213,214,323,423,522,623,839,937*, 1994-98; Final Report 2002 – EUR 20360 EN.
- [2] Hietaniemi J: Risk-Based Fire Resistance Requirements. *ECSC Research 7210-PR-251*, 2000-2003
- [3] Schleich J-B., Cajot L-G., et al.: Natural fire safety concept – Full scale tests, implementation in the Eurocodes and development of a user-friendly design tool. *ECSC Research 7210-060*, 1997-2000; Final Report 2003 - EUR 20580 EN.
- [4] Schleich J-B., Cajot L-G., et al.: Valorisation project - Natural Fire Safety Concept. *ECSC Research 7215-PA/PB/PC-042-057, D-E-F-I-NL-UK & ECCS*, 1999-2001.
- [5] Kumar S., Welch S., Natural Fire Safety Concept – The development of a CFD-Based Engineering methodology for evaluating thermal action on steel and composite structures. *7210-PR184*, 1999-2002



9. ábra Variációk a csökkentési tényezőre η_f a terhelési aránnyal $Q_{k,1}/G_k$



10. fotó Tűzvédelemmel ellátott acélkeret.

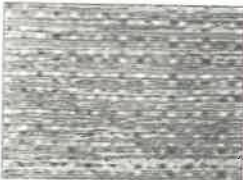
- [6] Development of design rules for steel structures subjected to natural fires in Large Compartments; Final report *CEC Agreement 7210/SA210, 317,517,618,832*-February 1997.
- [7] Hasemi Y. and Tokunaga Tazo: Flame Geometry Effects on the Buoyant Plumes from Turbulent Diffusion Flames. *Fire Science and Technology*, Vol. 4, No. 1, 1984.
- [8] Ptchelintsev A., Hasemi Y., Nikolaenko M., Numerical Analysis of Structures exposed to localized Fire, *ASIAFLAM's 95*, Hong Kong, 1995.
- [9] Wakamatsu T., Hasemi Y., Yokobayashi Y., Ptchelintsev A.: Experimental Study on the Heating Mechanism of a Steel Beam under Ceiling exposed to a localized Fire. *ASIAFLAM's 95*, Hong Kong, 1995.
- [10] Hasemi Y., Yokobayashi Y., Wakamatsu T., Ptchelintsev A.: Fire Safety of Building Components Exposed to a Localized Fire- Scope and Experiments on Ceiling/Beam System Exposed to a Localized Fire, *ASIAFLAM's 95*, Hong Kong, 1995.
- [11] CEN; EN 1991-1-2, Eurocode 1 - Actions on structures, Part 1.2-Actions on structures exposed to fire. *CEN Central Secretariat, Brussels*, November 2002.
- [12] CEN EN 1993-1-2, Eurocode 3 - Design of Steel Structures, Part 1.2: General Rules - Structural Fire Design, European Committee for Standardization (CEN); Brussels, Belgium, December 2003.
- [13] ISO 834 - Fire Resistance Test – Elements of Building Construction, International Standards Organisation; Genève, Switzerland, 1975.

Kása Zoltán, CORWELD PLUS Kft.

Hegesztési problémák és azok elhárítása korrózióálló acélok és nikkeltövezetek hegesztésekor

Duplex acélok jellemzői – ferrit-ausztenit arány

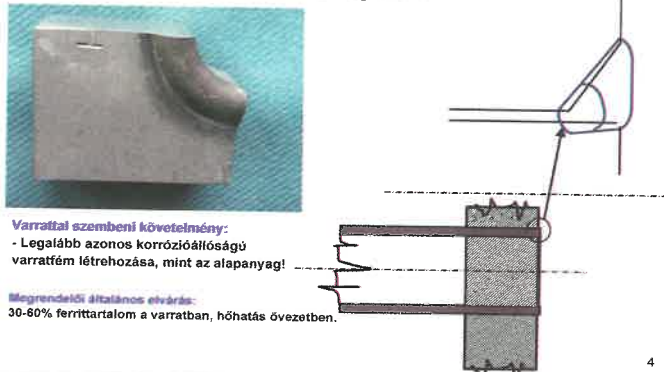
- Kedvező szilárdsági tulajdonságok**
 - falvastagság csökkenés
- Kíváló korrózió ellenállás**
 - alkalmazhatóság kloridion-tartalmú közegekben.
- Duplex acélok jellemző vegyi összetétele:**
 - C = 0,03%; Cr = 22-25%; Ni = 4-7%; Mo = 0-4%; W = 0-2%; Cu = 0-1,5%; N = 0,1-0,35%
- Duplex acélok jellemző mechanikai tulajdonságai:**
 - $R_{p0,2} > 450$ MPa; $R_m > 680$ MPa; $A_5 > 25\%$; HV = 230-260
- Duplex acélok jellemző szövetszerkezete**
 - ausztenit / ferrit arány: 50/50%; 60/40%
- Duplex acélok korróziós indexe PREN**
 - $PREN = Cr + Mo + 16N$ (30N) = 33-40!
- Kiválási érzékenység**
 - Szigma, KHI, Laves, G, Alfa' fázis, stb.



Duplex acél jellegzetes szövetszerkezete

Gyakorlati példa duplex varrat ausztenit/ ferrit arányának tervezésére probléma feltárás!

1.4462 (2205) $\varnothing 25,4 \times 1,6$ mm csövek behegesztése Lv = 35 mm csököteg-falba automata hegesztéssel



Varrattal szembeni követelmény:
- Legalább azonos korrózióállóságú varratfém létrehozása, mint az alapanyag!

Megrendelői általános elvárás:
30-60% ferrittartalom a varratban, hőhatás övezetben.

Hegesztési irányelvek duplex acélok esetén


- Duplex acélok alapvetően jól hegeszthetőek,
- Hegesztőanyagok megoldottak, alap eljárásokkal is röntgen tiszta szép felületű varrat hegeszthető!

Probléma: ausztenit / ferrit arány megtartása!

- Szemcsedurulási hajlam (ferrites zónák):
 - varratfém elridegedése.
- Hidrogén okozta elridegedés (ferrites zónák)
 - Varrat szívósság csökkenés, helyi repedések megindulása.
- Kiválás érzékenység
 - Korróziós ellenállás csökkenése a helyi ridg kialakulása miatt.

Megoldandó kérdés a hegesztéstechnológia tervezésekor:

Az ausztenit és ferrit arány 50/50% illetve 60/40% megtartása, az össz-hűlési paraméterek összehangolása a kötés típusával és a hőbevitellel!



Duplex acél jellemző szövetszerkezete 50/50% ausztenit / ferrit esetén

Kellően lassú hűtés, a szükséges mennyiségű ausztenit kialakulásához!

Kellően gyors hűtés a kiválások és szemcsedurulás elkerüléséhez!

Alkalmazott technológiai paraméterek

Adott technológia: $T_0 = +20^\circ\text{C}$; $T_{int} = 150^\circ\text{C}$; PWHT = N/A.

Eljárási: GTAW (hideghuzalos AVI), 0,80 mm huzallal

Heg. anyag min.: Illeszkedő (ER2209) 22%Cr + 9%Ni + 3,5%Mo + 0,1Cu + 0,15N
Nikkel bázis: Ni625 (63%Ni + 20%Cr + 9%Mo + 3,4%Nb)

Védőgáz: Argon (99,995%)

Réteg	Átmérő (mm)	Áramnem	Imp. Áram / t (A)	Feszültség (V)	Heg. seb. (cm/min)	Hőbevitel (KJ/mm)
1-2	0,8	DC-	75/175 0,3/0,1	12-12,8	6,6-7	0,9-1*

Az alkalmazott paraméterek megfelelnek a „szokásos, kis hőbevitelű ausztenites korrózióálló acéloknál jellemző értékeknek!

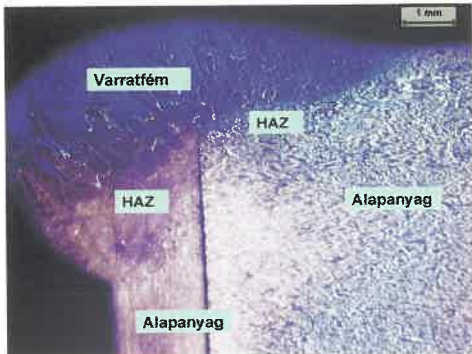
* Kontrollált hőbevitel nem egyenlő kis hőbevitellel!

Felhasznált irodalom, ábra/kép jegyzék

- Dr. Bődök Károly: Az ötvöztelen, gyengén és erősen ötvözött szerkezeti acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére CORWELD 1997.
- CORWELD hegesztőanyagok erősen ötvözött, korrózióálló- és hőálló acélok hegesztéséhez CORWELD PLUS Kft. 2007. Budapest
- CORWELD hegesztőanyagok nikkeltövezetek és nikkeltövezetekhez CORWELD PLUS Kft. 2007. Budapest.
- A dokumentumban szereplő képeket és ábrákat a CORWELD vizsgálati jegyzőkönyvei és szakértői kiadványai tartalmazzák!

ORSZÁGOS KONFERENCIA

Meghegesztett próbadarab vizsgálati helyei

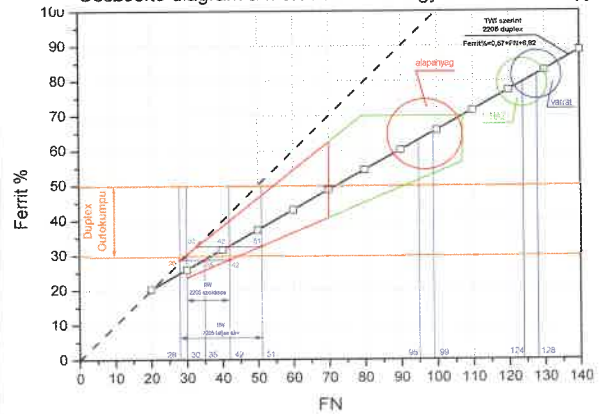


A varrat külalakja kifogástalan, beolvadás megfelelő, vegyi összetétel megfelelő, a varrat tömör és repedésmentes.

A varrat szemcsedurvult, a ferrit-ausztenit arány vizsgálata elengedhetetlen!

6

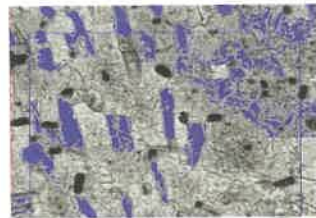
Összesítő diagram a mért adatok és a gyártói adatok alapján



10

Kész varrat és hőhatás övezet ferrittartalom vizsgálata

Vizsgált minta	Ferrit mennyisége	
	Detektált kép alapján	Ferromágneses fázis
Lemez	64%	>50%
Cső	63%	>50%
Varrattém	91%	>>50%
HAZ duplex	77,5%	>>50%
HAZ 625	84%	>>50%



Kiinduló kép

HAZ 800x

Detektált kép

7

Eredmények kiértékelése

- Szövet szerkezeti egyensúly felborult (γ / α),
- Ferrittartalom növekedésével a HAZ és a varrat:
 - elrögzedett, radikális szívósság csökkenés mellett,
 - megnőtt a repedési hajlam,
 - megnőtt a hidrogén elrögzedés veszélye a ferrit-ferrit szemcsehatárok mentén,
 - FN>70 esetén, akár 18-27 ppm 20-30ml/100g hidrogéntartalom
 - Radikális korrózióállóság csökkenés.
 - (Csökkent az alakíthatóságuk.)

11

Varrattém csiszolati képe 100X



Varrattém csiszolati képe 200X



HAZ csiszolati képei 100X

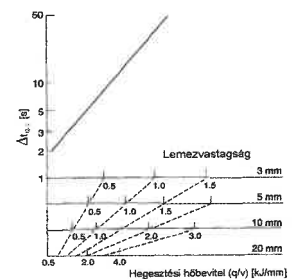


8

Megoldás

Hűlési feltételek meghatározása az ausztenit kialakulásához illetve a kiválások elkerülése érdekében.

- Előmelegítés alkalmazása: $T_0 = 150-180^\circ\text{C}$
- q/v hőbevitel megfelelő megválasztása $\Delta t_{8-3} = 8-30\text{ s ami}; \Delta t_{12-3} = 4-15\text{ s}$.
- 1. réteg esetén: 1,1-1,2 KJ/mm;
- 2. réteg esetén: 1,3-1,5 KJ/mm



A hegesztési hőbevitel és a Δt_{12-8} hűlési idő közötti összefüggést bemutató nomogram duplex acélokra vonatkozóan

12

Eredmények összesítése a hegesztési próbák után

Vizsgált minta	A Ferrit elvárt mennyisége 30-60%			
	Detektált kép alapján	Ferromágneses fázis	FN	Ferrit%
Lemez	64%	>50%	95	63%
Cső	63%	>50%	99	65%
Varrattém	91%	>>50%	128	82%
HAZ duplex	77,5%	>>50%	123	79%
HAZ Ni625	84%	>>50%	125	80%

9

Összefoglalás hőbevitel / gyakori kötési típusok

A hegesztési hőbevitel nagysága	Gyökvarrat, AVI/TIG hegesztés		Feltöltő varrat, bevont elektródás kézi ivhegesztés	
	q/v [kJ/mm]	Δt_{12-8} [s]	q/v [kJ/mm]	Δt_{12-8} [s]
kis hőbevitel	0,4-0,5	1,3-2,5	0,5-0,6	3-8
Közepes hőbevitel	0,9-1,1	3,5-4,1	0,9-1,3	7-11
nagy hőbevitel	1,9-2,5	7-9	2,2-2,5	13-31

13

ORSZÁGOS KONFERENCIA

Nikkelötvözet huzalelektrodák felhasználása GMAW eljárással gyakorlati példát vizsgálva és elemezve

Gyakran használt nikkel bázisú hozaganyagok:

- FM82: (70%Ni / 20%Cr)
- FM625: (63%Ni / 20%Cr / 9%Mo / 3,5%Nb)
- FM276: (60%Ni / 16%Cr / 16%Mo / 3,5%W)
- NI201: (Ni > 98%)

Gyakran hegesztett alapanyagok (homogén / vegyes kötések):

- Nikkelötvözetek, nikkel alapú ötvözetek
- 3,5%Ni ötvözésű hidegszivós acélok: felhasználási határhőm.: -105°C
- 5%Ni-ötvözésű hidegszivós acélok: felhasználási határhőm.: -170 °C
- 5%Mo-ötvözés feletti szuperausztenitiek és „6Moly” acélok
- Duplex és szuperduplex acélok

Elvart eredmények:

- **termelékeny hegesztési eljárás alkalmazása**
- megfelelően szívós és képlékeny tartálékkal rendelkező varratfém.
- Repedésmentesség, könnyű hegeszthetőség.

14

Melegrepedés okainak feltárása

Lehetséges okok	Mértéke	Fennáll
Kén jelenléte	<0,010	NEM
Kén szegregáció	Mn _{wm} ~ 3%	NEM
Nagy C-tartalom	<0,010	NEM
Nagy hőbevitel	< 1,3KJ/mm	NEM
Szennyezett varrat élelfokozítás	zsír, olaj, stb.	NEM
Húzófeszültség	---	IGEN

- Húzó pisztoly mozgás
- -20°-os dőlésszög,
- 5-8 mm szabad húzalhossz,
- -tiszta Argon védőgáz

Próbahegesztések paramétereit és adatait

Próba	Áram (A)	Feszültség (V)	Heg. seb. (cm/min)	Hőbevitel (KJ/mm)	Anyagátmenet	Varrat alak	Repedés
1.	280-300	29-32	40-45	1,2-1,25	szórt	egyenes	IGEN
2.	260-280	28-30	40-45	1,1-1,2			IGEN
3.	250-260	27-29	35-38	1,1-1,2			IGEN
4.	230-240	26-27	35-37	1,1-1,2	durvacseppes	domború	NEM
5.	220-230	23-25	30-32	1-1,1			NEM
6.	195-210	21-23	28-32	1-1,1			NEM

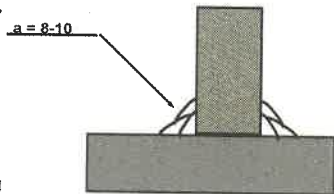
18

Gyakorlati példa MIG / GMAW hegesztés alkalmazási problémájára és annak kiküszöbölésére

Feladat: sarokvarrat hegesztése tálcátartó gyűrűk behegesztésekor MIG / GMAW eljárással

Előzetesen tervezett technológiai paraméterek:

- Varratfém: FM82 (AWS: ERNiCr-3; EN-ISO: SNI6082)
- Szórt, peremszerű anyagátmenet, védőgáz: tiszta Argon.
- 290-320 A / 30-32V 1,20 mm húzal esetén,
- 40-45 cm/min hegesztési sebesség, $a = 8-10$
- Kis q/v hőbevitel.
- Közél egyenes varrat felszín.
- Túló pisztolymozgás.



A varrat egyenes felületű, a hegfürdő jól kezelhető, szélebeégésektől mentes! DE, REPEDT!

15

<<S; <<P; <C; >Mn mitől keletkezik a melegrepedés?

Varratfém vegyi elemzése (szórt anyagátmenet esetén)

Elem tömeg%	Alapanyag	Hegesztőanyag	Ömledék fém
C	<0,10	0,02	0,03
Si	0,35	0,10	0,15
Mn	0,3-0,8	3	2,6
S	<0,010	0,005	0,008
P	<0,020	0,010	0,015
Cr	---	20	17
Ni	3,25-3,75	73	41,5
Nb	---	2,5	1,4
Ti	---	0,4	0,25
Fe	Mar.	1	36,3

Varratfém vegyi elemzése (durvacseppes anyagátmenet esetén)

Elem tömeg%	Alapanyag	Hegesztőanyag	Ömledék fém
C	<0,10	0,02	0,03
Si	0,35	0,10	0,15
Mn	0,3-0,8	3	3,06
S	<0,010	0,005	0,002
P	<0,020	0,010	0,005
Cr	---	20	18,3
Ni	3,25-3,75	73	68,3
Nb	---	2,5	1,76
Ti	---	0,4	0,21
Fe	Mar.	1	7,74

- Szórt anyagátmenet → enyhén homorú varratfelszín → jól kezelhető hegfürdő → termelékeny hegesztés → rendkívül nagy hígulás → **melegrepedés**

- Durvacseppes anyagátmenet → domború varratfelszín → kontrollált hígulás → **melegrepedés elhárítása**

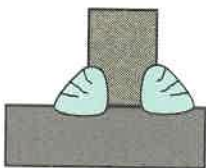
19

• Repedések megjelenése:

- varratfém középsíkjában illetve
- a varratlélekhez közel.

Probléma

- Előfordulása, mérete:
 - rendszertelenül,
 - 5-100 mm hosszban.



16

Összefoglalás

- Nikkel hozaganyagok felhasználásakor a kis hőbevitel alkalmazása mellett ügyelni kell:
 - a megfelelő anyagátmenetre,
 - az egyszerre lehegesztett varrat tömeg csökkentésére,
 - a legnagyobb tisztaság elérésére és a szennyezők kizárására,
 - a varrat alak megfelelő megválasztására!

MIG/ GMAW varratfém jellemző paramétereit és alakja repedések elkerülésére vegyes kötéseknél:



20

Melegrepedés megjelenése a varratban!



17

Hegesztési paraméterek hígulások csökkentésére és a melegrepedés elkerülésére

Eljárás	Hozaganyag méret	I [A]	U [V]	Egyéb	Varrat alak
SMAW	2,5 mm	60-80	21-22	Lengetés nem megengedett	Domború
	3,2 mm	70-90	22-23		
	4,0 mm	100-110	23-24		
GMAW	0,8 mm	100-120	21-23	Vegyes vagy durvacseppes anyagátmenet	Enyhén domború
	1,0 mm	140-180	23-25		
	1,2 mm	190-230	24-27		
GTAW	1,6 mm	70-80	10-11	Impulzus üzemmód	Domború
SAW	2,4 mm	250-290	26-27	Sebesség: 40-45 cm/min	Enyhén domború



21

Kőber József - Kis Attila Közgép Zrt.

Budapesti Északi vasúti híd acél felszerkezet gyártási, hegesztési feladatai

Az Északi vasúti Duna-híd acélszerkezetei az MSC Kft. tervei alapján a KÖZGÉP ZRT. kivitelezésében készültek.

A feladat érdekessége, hogy kevesebb mint egy év alatt kellett egy közel 700m-es és 4600t-ás híd elemeit legyártani és előszerelni a 2008. júniusában kezdődött 3 hónapos vágányzárig. A helyszínen a régi híd acélszerkezetét le kellett emelni, illetve szét-darabolni. Ezzel párhuzamosan az alépítményi munkákat szoros időbeosztással követve az új elemek beemelése, és készre szerelése történt.

Az acélszerkezet gyártása a Közgép Zrt telephelyén folyt, az összeállításuk pedig bárkába emelés előtt a kikötőben, a Duna parton kialakított előszerelő területen.

A nagy mennyiségű szerkezet gyártási átfutási idejét illetve a kikötőbe történő szállítási méreteket figyelembe véve, több gyártási egységre bontottuk a hidat. Ezeket az elemeket telepített munkahelyeken, kb.15–17m-es egységekben, sorozatban gyártottuk ráhagyással, mivel az elemek csak az előszerelő területen találkoztak.

Az összeállításokhoz célkészülékeket használtunk (1.és 2.ábra) A hossztartók hegesztését két oldalról két géppel, középről kifelé haladva végeztük, a hegesztés miatti vetemedések csökkentésére.

A szállítási egységek összeállítása padban, leszorító kocsi segítségével történt, míg a kihegesztést forgató készülékben végeztük. Ezzel tudtuk biztosítani a hegesztéshez szükséges megfelelő pozíciók beállítását (3.ábra).

Az elkészült elemek az előírt mérések és vizsgálatok után kerülhetnek a szemcseszóró kabinba, mely a festő műhellyel együtt 18m hosszúságú elemeket képes fogadni. A gyári korrózióvédelem a közbenső festék rétegig készült (4.ábra). Az elemek szállítását az előszerelési helyre közúton trailer-en, onnan az építési helyszínre összeállítás után hajóval végeztük. A hídelemek emelése az erre a célra kialakított emelőfülekkel történt.

Az összeszerelése kifektetett állapotban, 15m-es hosszakban történt, azaz a felső öv és rácsrudak a szerelőpadon kifektetve



1. ábra. Kétféjes fedőporos trapézborda hegesztőgép a rácsrudak hegesztéséhez



3. ábra. Forgató berendezés a pályaelemek hegesztéséhez



2. ábra. Hossztartók hegesztése két géppel párhuzamosan



4. ábra. Szállításra váró, gyári korrózióvédelemmel ellátott elem

(5.ábra), míg a fél keresztmetszetű pályaszerkezet ezekre merőlegesen állítva lett elhelyezve. Ki- és befolyási oldal párhuzamosan haladt a két padban.

Miután a két fél keresztmetszet kihegesztése megtörtént, pályalemezre lettek fordítva és átkerültek a következő padba. Hosszirányú varratokkal összeállta a teljes keresztmetszet (6.ábra). Itt is, mint a többi szerelőterületen készített varratnál, védősátrakat alkalmaztunk. A szélrácsok beépítését 7m-es magasságban végeztük erre a célra összeállított állványon. Az időjárás elleni védelmet egy a felső öveken guruló, ponyvával körbe burkolt tetőszerkezet biztosította.

Ebben a szerelőpadban folyamatos szerelés történt. Miután a 15m-es teljes keresztmetszetű elemek kihegesztése elkészült, az elem a „csúszópadon” előrébb lett húzva, és mögötte a következő 15m-es szakasz összeállítása folyt. Még szintén ebben a padban továbbhaladva keresztirányú toldással készültek a kb.31m-es, bárkába emelendő egységek (7.ábra).

A folytatás és tárolás is már a bárkákon történt. 3 szakaszból itt állt össze a kb. 93m-es beemelési egység keresztirányú toldással (8.ábra). A helyszíni daruk teherbírását és az elemek súlyát figyelembe véve, a kiegészítő szerkezetek jelentős részét csak a beemelés után lehetett elhelyezni a szerkezeten.

A helyszínen a beemelési egységek kapcsolatai a pályalemez kivételével NF csavaros kapcsolattal készültek (9.ábra).



5. ábra. Kifektetett fél keresztmetszetek a szerelőterületen



6. ábra. Teljes keresztmetszet összeállítása

Hegesztés

A hídszerkezetek helyszíni hegesztését hagyományosan bevont elektródás kézi ívhegesztő eljárással végzik. Ez az eljárás – bázikus bevonatú elektróda esetén – nagy biztonsággal megfelel a vasúti hidak építésénél alkalmazott S235J2 esetleg S355K2 minőségű acélokra előírt szilárdsági és szívóssági követelményeknek. Hátránya csupán az alacsony termelékenység, ami a mai rendkívül rövid kivitelezési határidőknél és szűkös hegesztőszakmunkás kapacitásoknál nagyon jelentős tényező. A gyártásnál elterjedten alkalmazott védőgázos, tömörhuzalos, fagyóelektródás ívhegesztés (135-ös eljárás) a szabadban végzett hegesztési munkáknál a szél- és a varratvályúba kerülő szennyezők miatt nem igazán alkalmazható. Tapasztalataim szerint, jó védősátor esetén is, nagy valószínűséggel gázzárványok lesznek a varratgyökben. Ezek a röntgenfelvételen igen jól meghatározható gázzárványok MSZ EN ISO 5817 „B” minőségű varrtaiban nem megengedettek és a javításuk 30–60 mm vastagságú kötések esetén igen költséges. Ezért a 135-ös eljárást nem vállaltuk fel.



8. ábra. Bárkán készített keresztirányú toldás

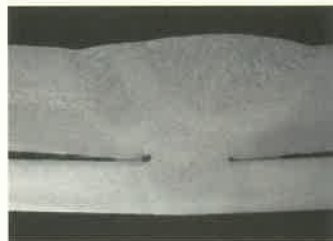


7. ábra. 31m-es szakaszok összeállítása

ORSZÁGOS KONFERENCIA



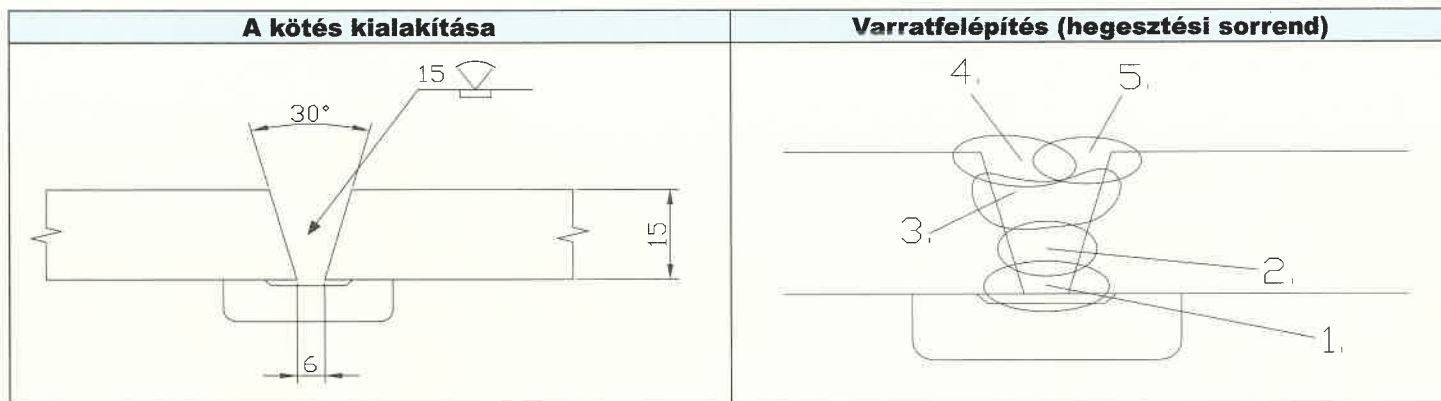
9. ábra. Új hídelemek a pillérek



10. ábra: Hegesztési fürdő biztosítása acél alátétzalaggal

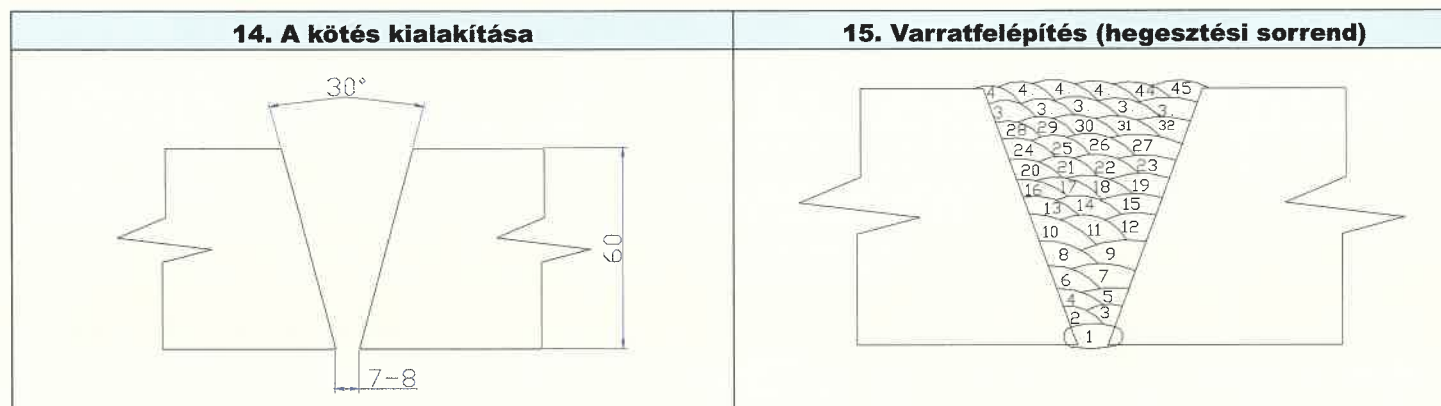


12. ábra: Porbeles huzallal hegesztett gyök kerámia alátétes fürdőbiztosítással és fedettívű takarósorok



Varratsor és/vagy réteg	Hegesztési eljárás	A hozaganyag mérete	Áramerősség A	Feszültség V	Az áram neme és polaritása	Huzal előtolási sebesség	Hegesztési sebesség cm/min	Hőbevitel KJ/cm
1	136	Ø 1,2	270-290	30-31	= +	9,8	20	14,21
2	136	Ø 1,2	270-290	30-31	= +	12	32	10,85
3	121	Ø 4	500	29,7	= +	1,1	36	23,51
4-5	121	Ø 4	550	29,5	= +	1,1	38	24,24

11. ábra. Hegesztési paraméterek



Varratsor és/vagy réteg	Hegesztési eljárás	A hozaganyag mérete	Áramerősség A	Feszültség V	Az áram neme és polaritása	Huzal előtolási sebesség	Hegesztési sebesség cm/min	Hőbevitel KJ/cm
1	SGF 136	Ø 1,2	230	32	= +		17	20,78
2-5	SGF 136	Ø 1,2	250	32,5	= +		35	11,15
6-45	SGF 136	Ø 1,2	275	33	= +		30	14,5

13. ábra. Hegesztési paraméterek



14. ábra: 15°-os és 12°-os leélezés porbeles huzalos, kerámia alátétes hegesztéshez

Porbeles huzalos hegesztési eljárás kevésbé érzékeny a szélre és a varratvályúba kerülő szennyezőkre, mert a portöltetből felszabaduló védőgáz segíti a varratfürdő gázvédelmét, és a keletkező salak a szennyezőket magával víve felúszik a varrat felszínére. Ha a hegesztő elég gyakorlott. Kézenfekvő volt az önvédő porbeles huzalos alkalmazása helyszíni munkáknál. Gyakoroltattunk hegesztőket és próbálkoztunk alárendelt szerkezeti elemek helyszíni hegesztésével. Sajnos azt kellett tapasztalnunk, hogy a varratok salakzárványosak. Ennek oka, hogy az eljárás olyan gyors, mint a 135-ös eljárás, de a keletkező salak annyi, mint a bevonatos elektródánál. A gyors hegesztési folyamatnál a nagy mennyiségű salakot a hegesztők nem tudták kezelni, ez volt a salakzárványok oka. Ráadásul a nagy mennyiségű füst miatt a hegesztők nem is szerették ezt az eljárást. Védőgázos, porbeles huzalos ívhegesztés (136-os eljárás) esetén a termelékenység és a megfelelő minőség együtt van.

Az eljárás kevésbé érzékeny a szélre és a szennyezőkre, mint a 135-ös eljárás a termelékenysége pedig legalább akkora. A 135-ös eljárásban gyakorlott hegesztők könnyen elsajátítják és alkalmazzák. A bázikus töltetű ötvözetlen porbeles huzalokkal készített varratok szívóssági tulajdonságai vetekednek a legjobb bázikus bevonatú elektródával hegesztett varratokéival. A rutilos töltetű huzalokkal készített varratok is megfelelő szívósságúak, mivel az ötvözetlen huzalokkal készített varratok szívóssága biztonságosan megfelel -20°C -ra, de 1,5% Ni járulékos ötvöztetésű huzal használata esetén az átmeneti hőmérséklet a -50°C is elérheti.

A bázikus töltetű huzalok a gyakorlatban csak vízszintes hegesztési helyzetben váltak be, de a rutilos töltetűek minden helyzetben, még fejeletiben is, alkalmazhatók.

A következő kérdés a helyszíni munkáknál a fűrdőbiztosítás. A helyszínen a tompavarratok gyökoldalát hagyományosan vagy gyök után hegesztéssel, kényszerhelyzetben készítjük vagy acél alátétszalagot alkalmazunk a gyök megtámasztására. A csőhegesztésnél szokásos egy oldalról hegesztett gyök hídépítésnél nem megengedett.

A gyökutánhegesztés kényszerhelyzetben rendkívül idő és költségigényes. A gyökoldal kimunkálása kényszerhelyzetben nehéz és fárasztó. Ha nem tökéletes, az varrathibát eredményez, a kényszerhelyzetű hegesztés pedig lassú és nagy gyakorlattal, ügyességgel rendelkező hegesztőt kíván.

A gyökoldali megtámasztás megvalósításához korábban acél alátétszalagok kerültek felhegesztésre (10. ábra), ami mára elavult technológiának tekinthető. Számos hátránnyal rendelkezik, mint például korróziós problémái illetve a kialakításra jellemző gyökoldali szélbeégés jellegű hiba (az ún. keréknyom hiba). Véltetően utóbbi a fő oka annak, hogy a német DIN15800 szabvány a normál tompavarratoknál lényegesen rosszabb fáradási osztályba sorolja az így készített varratokat. Vannak helyzetek, ahol valóban van létjogosultsága az acél alátétszalag használatának, azokon a helyszíni illesztési feladatokon, ahol a geometria nem teszi lehetővé kerámia alátétek alkalmazását, és a helyszíni illesztésnél adódó változó



15. ábra: Sorolt varratok porbeles huzalos hegesztésnél függőleges és falmenti helyzetben

illeszkedési geometria miatt hasonló termelékenységgel nem képzelhető el más megoldás. Ezen eseteket azonban tervezői szempontból e célból ellenőrizni kell. Jellemző példa alkalmazásukra az orthotróp lemezek trapézborða-passzdarabjainak helyszíni hegesztése, és a hídtartozékok, vagyis szegélyek, járdák hegesztése.

Megvizsgáltuk a kerámia alátétes hegesztési fűrdőbiztosítást.

Ha védőgázos, fogyóelektródás tömörhuzalos hegesztést alkalmazunk a gyöksor meghegesztéséhez, a helyszíni hegesztés körülményei miatt (szél miatti védőgáz problémák, kis-mértékű szennyeződések) általában gázzárványos a varrat. Kézi ívhegesztésnél minden újakezdésnél gyökhiba keletkezik, mert ha a hegesztő az újakezdéshez megköszörüli a varratvéget, megreped a kerámia alátétszalag, ha nem köszörüli meg, kötéshiba vagy hidegráfolyás lesz.

Fedettívű hegesztésnél a nagy hegesztési teljesítmény miatt nagy a kerámiaszalag terhelése, a varratgyök kialakulása érzékeny az előkészítésre, a gyök nem lesz 100 %-ig megbízható.

A jó megoldás egyoldali hegesztés fűrdőbiztosítására a kerámia alátét porbeles huzalos hegesztéssel kombinálva.

Védőgázos, fogyóelektródás porbeles huzalos hegesztést alkalmazva a gyöksor meghegesztéséhez, a helyszíni hegesztés körülményei miatti zavarokat a portöltésből keletkező salak „megoldja”, a varrat gázzárvány mentes. A salak segíti a varratgyök kialakulását is. Vízszintes hegesztési helyzetben természetesen kombinálható a nagyobb termelékenységű fedett ívű hegesztéssel is. Ilyenkor a gyöksort és egy töltősort porbeles huzallal hegesztünk, a többi fedettívűvel (11. és 12. ábra).

A vasúti hídnál a főtartó elemei 40–60 mm vastagságú lemezekből készültek. Porbeles huzalos kerámia alátétes hegesztésnél a hegesztési vályút lehet szűkíteni. A nagyobb áramsűrűségnek köszönhetően 15°-os, sőt 12°-os leélezésnél sem tapasztaltunk kötéshibát, viszont a hegesztendő varratkeresztmetszet lényegesen kisebb, így kevesebb a hegesztési munka és kisebb a szögzsugorodás is (13. és 14. ábra). Ahhoz, hogy a hegesztőpisztoly elférjen, a gázvezetőt el kell lapítani.

A gyöksor hegesztésénél megengedett a kisebb hegesztési sebesség és az ívelés, de a második rétegtől kezdve a hegesztést szigorúan sorolva kell végezni. A sorolt varratfelépítés a porbeles huzalos hegesztésre jellemző. A függőleges varratokat is sorolva, ívelés nélkül kell készíteni (15. ábra). Ha a hegesztő porbeles huzallal íves mozgást végez, akkor fokozottan fenn áll a salakzárvány képződés veszélye, bár a sorolt varrat szívóssági tulajdonságai lényegesen jobbak.

Az Északi Vasúti híd csepeli előszerelésénél az összes varratot porbeles huzalos, védőgázos technológiával készítettük, a tompavarratokat minden esetben gyökoldali kerámia fűrdőbiztosítással. A varratokat 100%-ban ultrahangos vizsgálattal ellenőriztük.

A Közép ZRT a fenti technológiával hegesztette az M1-M7 autópályák közös szakasza feletti körhíd, az esztergomi Mária Valéria híd, a szekszárdi M9 Duna híd, a dunaújvárosi Pentele híd, az M3 és az M35 autópálya Keleti főcsatorna feletti hídjai és az M0 Északi Duna híd helyszíni varratait.

Kockázatkezelés hegesztőüzemben

A kockázatértékelés - DEFINÍCIÓ

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény 54. § (2) bekezdése:

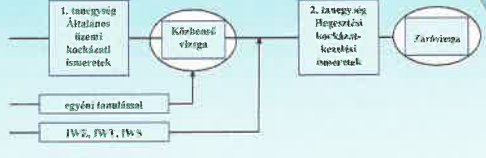

„A munkáltató köteles minőségileg, illetve szükség esetén mennyiségileg értékelni a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokat. (Mint: az alkalmazott munkaeszközök, veszélyes anyagok és készítmények, munkavállalókat érő fizikai és pszichoszociális terhelések, a munkahelyek kialakítása) Ennek alapján olyan megelőző intézkedéseket kell hoznia, melyek biztosítják a munkakörülmények javulását, és beépülnek az irányítási szintekbe.”



1.

EFW kockázatkezelési képzés 2.

A képzés első része általános gyártási-hegesztési ismereteket ad. Összefoglalóan bemutatja az ISO 9000, ISO 14000 szabványkör általános előírásait, illetve kiemeli az ISO 3438 szabványsorozat alapján a hegesztési műveletekhez kapcsolódó minőségügyi ismereteket. A tulajdonképpeni hegesztési kockázatkezeléssel a második tanegység foglalkozik.

4.

Szabályozási-háttér

89/391/EU irányelv - az egészség és biztonság direktívája (Health and Safety Directive - 89/391/EEC) új megvilágításba helyezte az általános baleset megelőzési elveket és a kockázatértékelést állította a megelőzés középpontjába.


EFW-640-07 irányelv: Kockázatkezelés a hegesztőüzemekben
Special Course on Risk Management in Welding Fabrication



2.

Kockázatmenedzsment = Megelőzés + fejlesztés!

- A hegesztőüzemi kockázatelemzés a **MEGELŐZÉS** eszköze. A gyakorlatból indul ki, és megkísérli meghatározni mindazokat a potenciális káreseményeket, amelyek (akár szélsőséges körülmények között is) a hegesztési feladatok ellátása közben, vagy annak kapcsán bekövetkezhetnek.
- Úgyanakkor a kockázatelemzés a **FEJLESZTÉS** eszköze is
 - a baleseti kockázat csökkentésére,
 - a folyamatok optimalizálására,
 - a gazdaságosság növelésére.



5.

EFW kockázatkezelési képzés 1.

Az Európai Hegesztési Szövetség (European Federation for Welding, Joining and Cutting) EFW-640-07 irányelve képzési szabályozást, tanfolyami tematikát kínál, óraszámot ír elő a hegesztőüzemi kockázatkezelés oktatására. A tanfolyamról EFW vizsgarend szerinti visszakerdezést követően európai érvényességű bizonyítványt kínál:

Általános gyártási kockázatkezelés	121 óra
<u>Kockázatmenedzsment a hegesztőüzemben</u>	<u>132 óra</u>
Előírt összes óraszám	253 óra




3.

Fogalmak I. az EU ajánlása szerint:

Veszélyeztetés: a folyamatoknak (pl.: a felhasznált anyag, munkaeszköz, munkamódszer, eljárás, termék) belső sajátossága vagy képessége, amely a környezetére károsodást okozhat

Kockázat: annak a valószínűsége, hogy a veszélyeztetés megvalósul a munkafolyamattal kapcsolatban, és ennek eredményeképpen baleset, károsodás következik be

Kockázatértékelés: eljárás, amellyel felbecsülhető a munkavégzés során fennálló veszélyeztetésekből adódó, a munkavégzés környezetére, az ott tartózkodók egészségére és biztonságára potenciálisan ható kockázat.



6.

Fogalmak II. az EU ajánlása szerint:



Veszélyelemzés- veszélyanalízis: (EU direktívák szóhasználatában) Vizsgálat annak felderítésére, hogy valamely **termék** tulajdonságainál fogva milyen formában és mértékben okozhat a **felhasználóra** és környezetére károsodást. A veszélyelemzést már a tervezés, méretezés, és kivitelezés során szem előtt kell tartani, illetve a használati utasításban kell erre a figyelmet felhívni.

Kockázatelemzés: Vizsgálat annak felderítésére, hogy **gyártás során** a veszélyeztetés megvalósul valamely **eszköz** alkalmazása, illetve **anyag** felhasználása közben, és ennek eredményeképpen baleset vagy károsodás következhet be.



7.

1. Kockázatvizsgáló TEAM



- Ismerik a tevékenységre vonatkozó jogszabályokat, külső és belső előírásokat
- Ismerik a munkahelyeket, a munkakörnyezetet, szerszámokat, a tevékenységeket, anyagokat, és hatásukat a kockázatokra (hegesztőmérnök)
- Képesek a munkabiztonsági problémák feltárására, ismerik a veszélyek és okok közti kapcsolatot (munkavédelmi vezető)
- Képesek a munkaegészségügyi problémák feltárására, ismerik a veszélyek és okok közti kapcsolatot (tüzmentorvos)
- Javaslatoikat tudnak tenni intézkedési tervben a kockázatok csökkentésére



11.

Minőségi és mennyiségi értékelés



Minőségi értékelés: szubjektív szemrevételezéses vizsgálat, amely során a kockázateértékelést végző csoport minden lényeges veszélyforrásra kitér. A minőségi értékelés alapján lehet egyértelműen eldönteni, hogy szükségesek-e konkrét mérések

Mennyiségi értékelés: számszerűsítés méréssel történik pl.: zaj, rezgés, világítás, légállapot, hőmérséklet stb. A mennyiség-értékek érthetőek, konkrétak, objektívak, változásuk követhető



8.

1/A. MUNKATERV



- **Meghatározni azt a veszélyeztetett területet**, ahol a kockázateértékelést végezzük (munkakörnyezet, munkafolyamat, munkaeszközök, veszélyes anyagok, és pszichoszociális tényezők)
- **Meghatározni azt a veszélyeztetett munkatársak körét**, akikre a kockázateértékelést végezzük (varratelőkészítők, hegesztők, hőkezelők, varratvizsgálók, környezetben dolgozók, stb.)
- **Megvizsgálni, hogy milyen hegesztési technológia**, belső utasítás, jogszabály, szabvány, gépkönyvi előírás, munkavégzési tapasztalat stb. veendő figyelembe.



12.

A kockázatkezelés 5 alplépése

1. **MUNKATERV ELKÉSZÍTÉSE (team felállítása)**
a vizsgálók, a veszélyek, és érintettek azonosítása
2. **FELMÉRÉS ELVÉGZÉSE (kockázatelemzés)**
felmérőlapok, mérési bizonylatok elkészítése
3. **KOCKÁZATBECSLÉS (kockázateértékelés)**
a kockázat értékének meghatározása
4. **INTÉZKEDÉSEK (intézkedési terv)**
a kockázat megszüntetésére vagy csökkentésére
5. **VISSZAELLENŐRZÉS**
az intézkedések hatékonyságának visszaellenőrzése



9.

2. ÉRTÉKELÉS FELMÉRŐLAPON



A célszerűen elkészített felmérőlapok alkalmasak a vizsgált egység kockázati tényezőinek feltárására:

- a. **Tevékenységre** (előkészítés, hegesztés, vizsgálat stb.)
- b. **Munkaterületre** (műhely, előgyártó tér, szerelési terület)
- c. **Veszélyes anyagra** (penetrálszer, savak)
- d. **Munkaeszközre**
 - Közvetett: szállítás, darabolás, élelőkészítés, stb.
 - közvetlen: hegesztőgép, hőkezelőgép, stb.

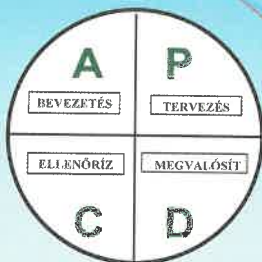
A felmérőlapok *(rény)*adatait össze kell vetni a jogszabályi előírásokkal, a veszélyes anyagok biztonsági adatlapjaival, szabványokkal, biztonsági szabályzatokkal, *gépkönyvekkel*.



13.

A kockázatkezelés PDCA körfolyamata

DEMING KERÉK - a fejlesztési folyamataira



- P. Munkaterv
- D. Kockázatelemzés, intézkedési terv
- C. Visszaellenőrzés
- A. Szabályozás



10.

2/A. Vizsgált tevékenységek



Hegesztési tevékenységnél jellemző szakmai területek, melyek kockázatelemzését el kell végezni:

- a. **Darabolás, szállítás, emelés** (kézi, gépi, stb.)
- b. **Varratelőkészítés** (forgácsolás, köszörülés, stb.)
- c. **Hegesztés** (ívhegesztés, gázhegesztés, stb.)
- d. **Varrat utókezelés** (tisztítás, köszörülés, savazás, stb.)
- e. **Hőkezelés** (PB előmelegítés, elektromos kezelés, stb.)
- f. **Varratvizsgálat** (penetrálás, átsugárzásos, stb.)



14.



2/B. Vizsgált munkaterületek

Hegesztőüzemknél jellemző munkaterületek, melyek kockázatelemzését el kell végezni:

- Hegesztő műhelyek (cső- és szerkezeti hegesztés)
- Gépműhelyek (pl. forgácsolóműhely)
- Raktárak (zárt és szabadtéri)
- Anyagvizsgáló laboratórium
- Irodák
- Építkezési hely (emelések, magasban végzett munka, több munkaszinten történő párhuzamos munkavégzés, időjárási hatások, munkavégzés szűk zárt térben, tartályban, kedvezőtlen testhelyzetben, stb.)



15.



Mérési jegyzőkönyvek

A felméréslapok tartalmát mért adatokkal kell alátámasztani:

- légtérszennyezettség mérési jegyzőkönyvek
- zajmérési és fénymérési jegyzőkönyvek
- klímavizsgálatok, hőmérsékletmérés
- vibrációsjegyzőkönyvek
- egyéb mérések, vizsgálatok eredményei

A méréseket el lehet végezni saját kivitelezésben kalibrált mérőeszközzel, vagy el kell végeztetni felkészült felhatalmazott (akkreditált) vizsgáló laboratóriummal.



19.



2/C. Veszélyes anyagok

Hegesztő üzemekre jellemző veszélyes anyagfajták, melyekre a kockázatelemzését el kell végezni:

- Ipari gázok (hegesztés, hőkezelés)
- Sugárzó anyagok (roncsolásmentes anyagvizsgálat)
- Penetráló szerek (roncsolásmentes anyagvizsgálat)
- Olajok, zsírok (gépműhelyek)
- Savak, maróanyagok (varrat-tisztítás)



16.



3. KOCKÁZATBECSLÉS

A felmérési folyamat lezárása után meg kell állapítani

- Az egyes kockázatok mértékének valószínűségét.
- Az elképzelhető kár jellegét, mértékét, súlyosságát (anyagi kár, kisebb, súlyos, életveszélyes, személyi kár)
- A veszély valószínűségének mértékét: valószínűtlen, lehetséges, valószínű, szinte elkerülhetetlen
- Munkáltatónak kell dönteni:
 - jelenlegi helyzet megfelel az előírásoknak
 - kockázatok kontroll alatt tarthatók
 - konkrét intézkedések szükségesek a kockázatok csökkentésére, megszüntetésére



20.



2/D. Vizsgált gépfajták

Hegesztő üzemekre jellemző gépfajták, melyek kockázatelemzését el kell végezni:

- Emelőgépek (daruk, targoncák, csőrölők stb.)
- Hegesztőgépek (ívhegesztés, gázhegesztés, stb.)
- Daraboló gépek (olló, fűrész, köszörű, stb)
- Lánghegesztő- és vágóberendezések
- Forgácsológépek (esztergák, köszörűgépek stb.)
- Varratvizsgáló berendezések



17.



4. INTÉZKEDÉSEK

A folyamat utolsó lényegi fázisa a munkavállalók épsége és egészsége, vagy a környezet védelme érdekében, a kockázat megszüntetésére, és csökkentésére megtenni a szükséges intézkedéseket.

Ezek lehetnek azonnali intézkedések, közép- vagy hosszútávú tennivalók.

Intézkedés **szükség esetén**: a hegesztés leállítás, adott anyag, eszköz kivonása a termelésből, vagy akár üzemi rész bezárása.

Vezetői határozattal - INTÉZKEDÉSI TERV kell készülnön:

- Intézkedés megfogalmazásával,
- Felelősök megnevezésével, és a
- Határidők kijelölésével



21.

PI.: HEGESZTŐMŰHELY szempontok a felmérésre

Vizsgálendő? Megfelelő? Intézkedést igényel?

- Kialakítás (pl. tető, földem, falak, padozat)
- Ki és bejáratok (pl. méret, kitémasztás, kilincs, küszöb)
- Közlekedési utak felfestése, vészkiárat (pl. veszélyes üzem)
- Tűzveszélyesség (éghető anyagok, oltókészülékek, tűzór)
- Ablakok (pl. fényáteresztés, tisztaság, szellőzés)
- Vízellátás (pl. ipari és ivóvíz, kézmosás, technológia, jelzések)
- Világítás (pl. mérték, helyi, általános, kapcsolók)
- Hulladékok (pl. ipari, kommunális, szelektív, elszállítás)
- Pihenő (pl. fűtés, szellőzés, vízellátás, hűtőszekrény, étkezés)
- Fűtés, szellőzés (pl. füstelszívás helyi, általános)
- Ivóvízvédelem (függöny, paravan, egyéni védőeszköz)
- Mérések (pl. világítás, zaj, rezgés, légszennyezettség)



18.

5. Befejezésül: a VISSZAELLENŐRZÉS!!!

Az intézkedések végrehajtását, arányosságát, hatékonyságát

- az intézkedési tervben meghatározott időben,
- a munkavédelmi felülvizsgálatkor, legkésőbb
- a következő évi KOCKÁZATÉRTÉKELÉSKOR ellenőrizni kell.

Az éves ismétlődő kockázatelemzés gyakorlatilag az előző évi megismétlése, felmérésekkel, műszeres ellenőrzéssel. Ha az értékek kedvezőek, az intézkedések eredményessége bizonyított, gondoskodni kell azoknak a szabályozásba történő beépítéséről (pl. általános hegesztési technológia módosítása, vagy a MV Szabályzat módosítása)



20.

20% KEDVEZMÉNY + KAMATMENTES RÉSZLET!

Vásároljon 2008 december 31-ig MASTERTIG egyenáramú, illetve egyen- és váltóáramú AWI gépeket és mi a húsz százalékos kedvezményen túl még kamatmentes részletfizetési lehetőséggel is megkönnyítjük a dolgát!*

MasterTIG MLS AC/DC 2300 W



MasterTIG MLS 3000



MasterTIG AC/DC 3500 W



MasterTIG MLS AC/DC 2300 W

Cikkszám	Megnevezés	Kedvezményes ár
6162900	MasterTIG MLS AC/DC 2300 áramforrás	
6162900	Mastercool 20 vízhűtő kör	
627025504	TTC 250 W pisztoly (4m)	
6162804	ACX kezelőpanel	
6184211	25 mm ² testkábel	
6185222	T130 kocsi	
		990 000 Ft + AFA

MasterTIG MLS 3000

Cikkszám	Megnevezés	Kedvezményes ár
6114300	MasterTIG MLS 3000 áramforrás	
6122350	Mastercool 10 vízhűtő kör	
6116015	MTZ kezelőpanel	
627025504	TTC 250 W pisztoly (4m)	
6184311	35 mm ² testkábel	
6185250	T100 kocsi	
		990 000 Ft + AFA

MasterTIG AC/DC 3500 W

Cikkszám	Megnevezés	Kedvezményes ár
6163505	MasterTIG AC/DC 3500 W	
6162803	AC/DC impulzus panel	
627085804	TTK 350 W pisztoly (4m)	
6184511	50 mm ² testkábel	
6185256	T22 kocsi	
		1 660 000 Ft + AFA

*Amennyiben cége megfelel a hitelbírálatnak. A finanszírozás a Raiffeisen Lizing Zrt. együttműködésével lett kialakítva és nem tekinthető kötelező banki ajánlatnak, a részletekről érdeklődjön az Invent-Weldingnél!

 **KEMPPPI**
The Joy of Welding


INVENT WELDING
KERESKEDELMI KFT.

Ha Kemppi, akkor Invent-Welding.

gépforgalmazás • szerviz • gépkölcsönzés • tanácsadás • validálás • érintésvédelmi vizsgálat • időszakos biztonsági ellenőrzések

Invent-Welding Kft.

www.inventwelding.hu • iroda@inventwelding.hu • szerviz@inventwelding.hu
1037 Budapest, Zay u. 3. • Tel.: (36-1) 387-8062 • Tel./Fax: (36-1) 383-8616

Dr. Komócsin Mihály*

Hőcserélő korróziós károsodása

A korróziós károsodások alkalmával az anyagot sok esetben komplex hatás éri. Gyakran a korrozív hatás társul mechanikai igénybevétellel. A komplex károsodási

mechanizmusok nehezen felismerhetők, a kiváltó okok rejtve maradnak, így a károsodás megelőzésének lehetőségei is korlátozottak.

Egy váratlan meghibásodásról, annak vizsgálatáról és a károsodás egy lehetséges mechanizmusáról adunk számot.

A meghibásodott berendezés egy U csöves konstrukciójú kigázosító, lényegében egy hőcserélő, amelyben az oldat gáztartalmát a hordozó közeg felmelegítésével csökkentik. A hordozó közeg fűtését ipari gáz égetésével képzett füstgáz látja el. A füstgáz a csövekben áramlik. A csöveket veszi körbe a hordozó közeg, ami egy amin származék, amelynek vizes oldata közepesen erős bázis [1].

A károsodott berendezés és az üzemi körülmények

A hőcserélő üzemi nyomása és hőmérséklete 1,5 bar/115 °C, a csőköteg üzemi nyomása és hőmérséklete: 2,0 bar/161...132 °C, a csőköteg csőmérete: 24,4 x 2,1 mm, a cső anyaga: EN10216/5-2004 szerinti X6CrNiTi18-10 anyagszáma: 1.4541, vegyi összetétele az 1. táblázat, mechanikai tulajdonságai a 2. táblázat szerinti.

C _{max}	Si _{max}	Mn _{max}	Cr	Ni	Ti _{max}
0,08	1,0	2,0	17...19	9...12	0,7

1. táblázat

Az X6CrNiTi18-10 minőségű acél vegyi összetétele, tömeg %-ban

R _{eHmin.} , MPa	R _m , MPa	K _{min.} , %
200	500...730	30

2. táblázat

Az X6CrNiTi18-10 minőségű acél mechanikai tulajdonságai

A károsodott cső vizsgálata

A csövek csőköteg-falban lévő része kilyukadt, miközben a közeggel szabadon érintkező része mentes minden károsodástól 1. ábra.

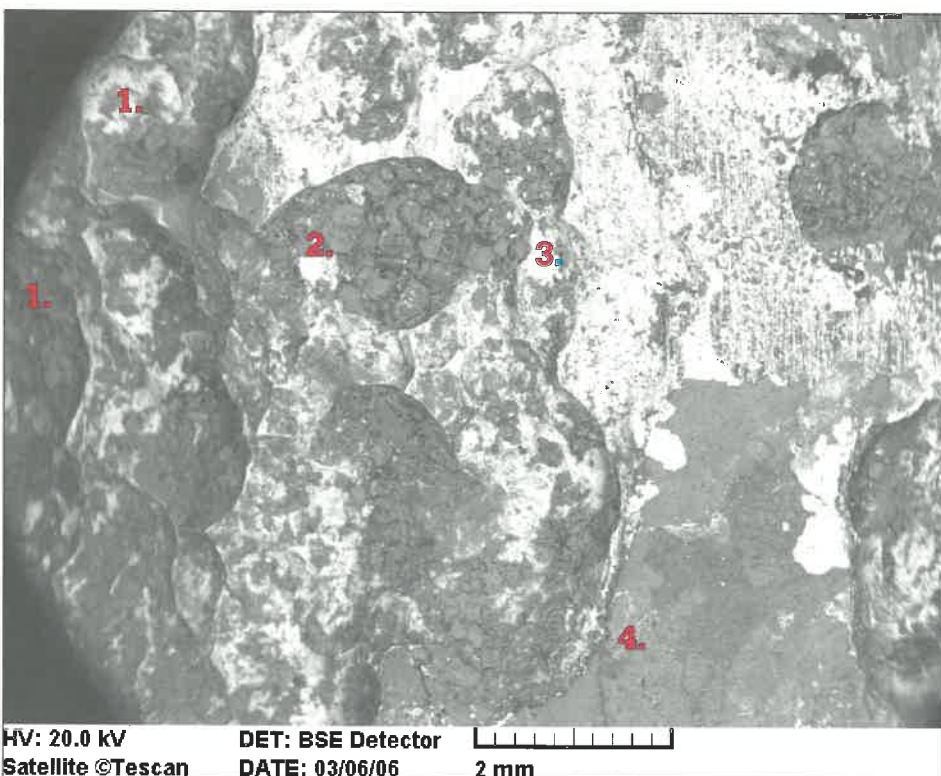
A csövek egy károsodott felületéről készült elektron-mikroszkópi felvétel látható a 2. és 3. ábrán.

Pásztázó elektronmikroszkopozással elemeztük a korrodált felület három jellegzetes tartományát. A vizsgálatok eredményét a 3. táblázat foglalja össze.

A korróziós termékekről nagyobb nagyítású elektronmikroszkópi képet mutat a 4. ábra.



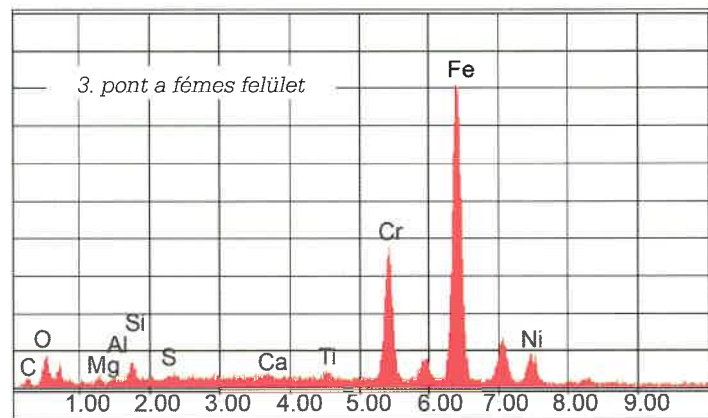
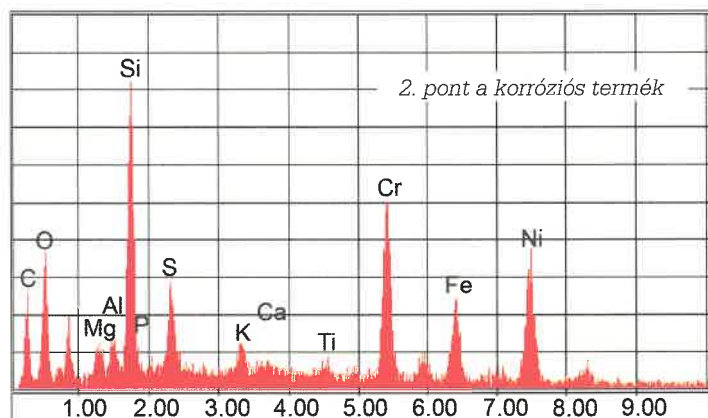
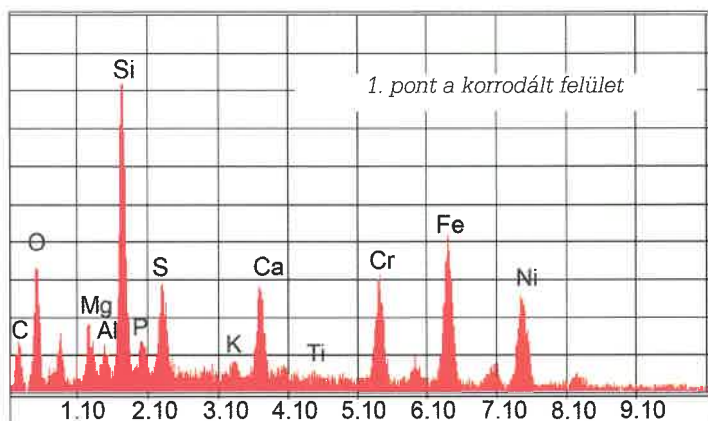
1. ábra A károsodott csövek



2. ábra: Elektronmikroszkópi felvétel a károsodott felületről

1. gödrösödés; 2. korróziós termék;
3. fémes felület; 4. sértetlen csőfelület

KUTATÁS – FEJLESZTÉS



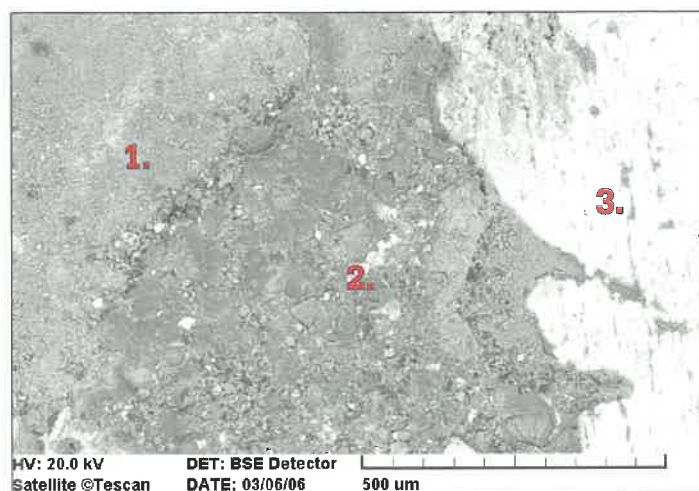
Pont	Fe%	Cr%	Ni%	Si%	Ti%	S%	O%	C%
1	12.75	6.78	12.31	10.77	0.34	3.85	28.73	
2	7.10	12.04	15.33	10.27	0.74	3.47	25.24	
3	62.74	16.92	8.73	1.34	1.05	0.20	7.28	1.22

3. táblázat A vizsgált helyek vegyi összetétele

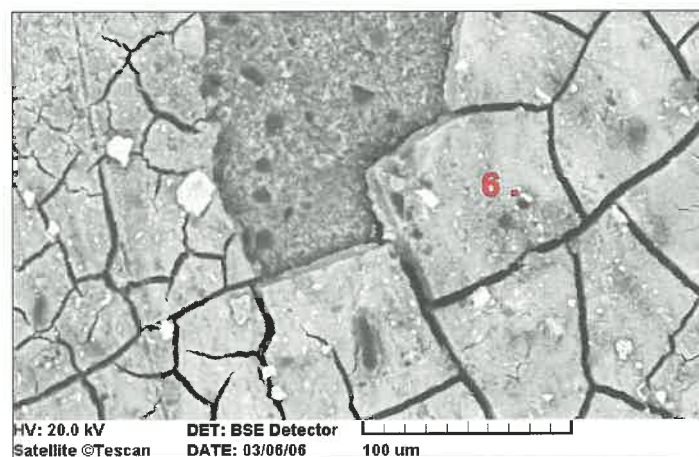
A vizsgálati eredmények kiértékelése

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a korróziós termék nikkelen dúsabb, kén karbon és oxigén alkotta vegyület. A korrodálódott réteg rideg, a felületre rosszul tapad (4. ábra).

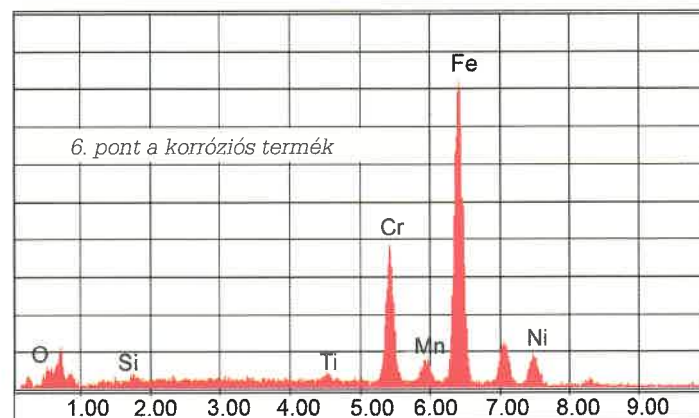
A korrózióálló acélok a felületükre jól tapadó Cr₂O₅ hártya révén jól ellenállnak az oxidáló és a kéntartalmú közegeknek is. A nem károsodott csőszakaszokon ez a hártya jól megfigyelhető (5. táblázat). A lehetséges károsodási mechanizmus hipotézisének felállításakor abból lehet kiindulni, hogy valamilyen okból a védő oxidhártya a károsodott helyeken megsérült.



3. ábra: Mikroszondával elemzett három jellemző hely (1. korrodált felület, 2. korróziós termék, 3. fémes felület)



4. ábra: Korróziós termék



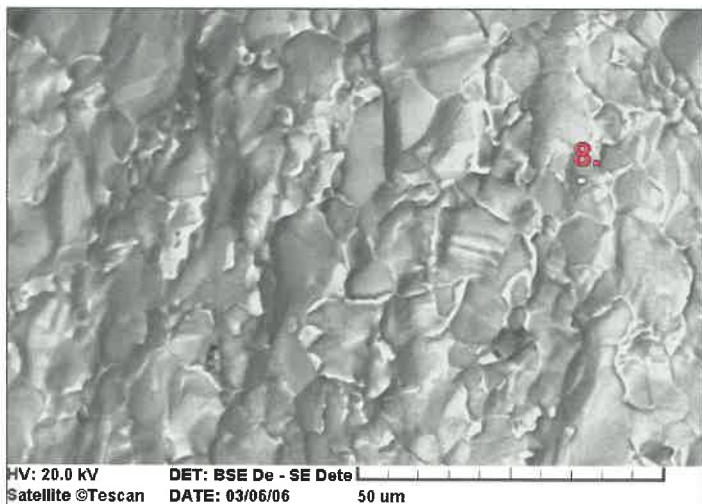
Pont	Fe%	Cr%	Ni%	Mn%	Si%	Ti%	S%	O%	C%
6	4.21	7.24	24.52	0.40	5.33	0.34	17.97	22.27	12.68

4. táblázat A korróziós termék vegyi összetétele

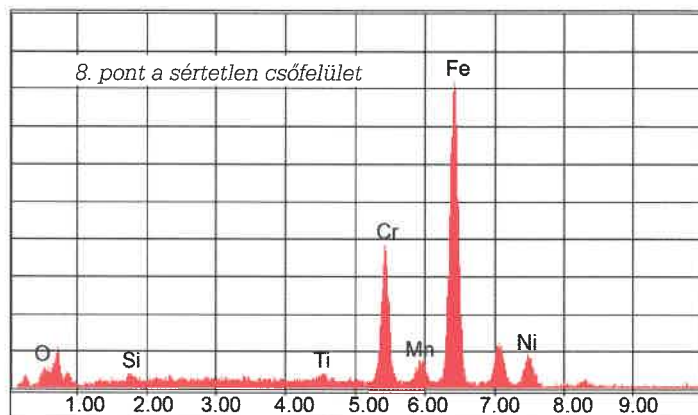
A károsodás mechanizmusa

A hőcserélő csövei a csőköteggel nem teljes hosszában kerültek besajtolásra. Mintegy 30 mm hosszón a csőköteggel közeggel érintkező oldalán a csövek és a csőköteggel között egy 0,1...0,3 mm-es hézag maradt. Ezt a rést kitöltötte a gázzal telített hordozó közeg.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

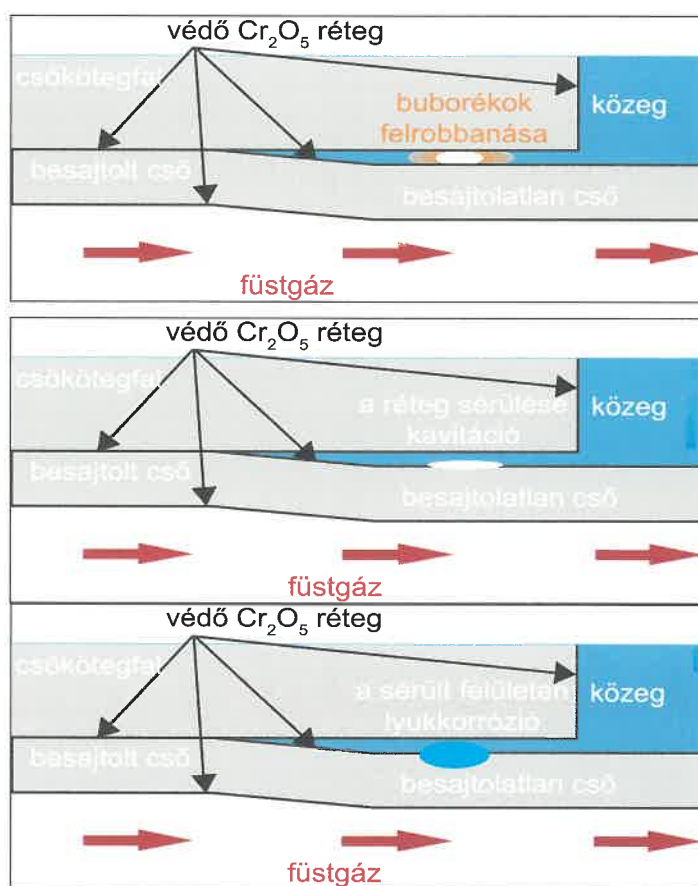
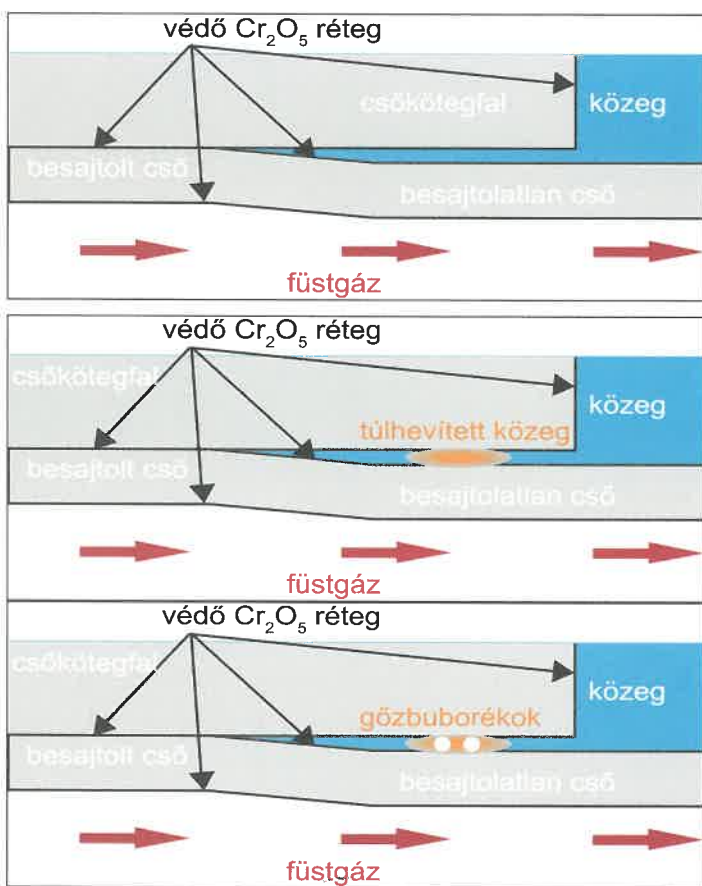


5. ábra: Sértetlen csőfelület



Pont	Fe%	Cr%	Ni%	Mn%	Si%	Ti%	S%	O%	C%
8	63.25	17.31	9.79	1.60	1.08	0.97	<0.01	6.00	<0.10

5. táblázat A sértetlen csőfelület vegyi összetétele



6. ábra: A károsodás mechanizmusa

A csőkötegfal és a cső közötti szűk térben a hordozó közeg a konvekció hiánya miatt túlhevül.

A túlhevült közegből egyrészt kiválik az oldott gáztartalom, illetve maga a közeg is forrásnak indulhat.

A gőzfázis nyomását a szűk résben nem elhanyagolható felületi feszültség kezdetben ellensúlyozza, majd a nyomás növekedésével a gőzbuborékok egyesülnek és „felrobbannak”.

A gőzbuborékok „felrobbanása” felsérti a védő oxidréteget.

A felsérült oxidréteg helyén védetlenül maradt fémben lyukkorrózió indul meg, majd a rés ismét feltöltődik a közeggel és a folyamat ismétlődik, amit csak gyorsít, hogy a képződött korróziós termék meglehetősen rideg és törékeny.

Összegzés

Egy viszonylag kis hőmérsékleten üzemelő, csekély nyomásnak kitett korrózióálló acélból készült berendezést képes károsítani még egy enyhén korrozív közeg is, ha a fémet védő oxidhártya megsérül. Ilyen sérülést okozhat egy a kavitációra emlékeztető gázbuborék robbanás, amely a csöveknek a csőkötegfal nem teljes vastagságáig történő besajtolása miatt jöhet létre.

Hivatkozások:

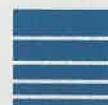
[1] IPCS International Programme on Chemical Safety

*Komócsin Mihály
egyetemi docens, Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tsz.

STEIN-MEGAFIL®

A **DRAHTZUG STEIN** wire & welding GmbH & Co. KG kitűnő minőségű porbeles és tömör huzalok gyártója kötő- és felrakó hegesztéshez, védőgázos és fedettívú eljárásokhoz.

A teljesen zárt, csőkeresztmetszetű **STEIN-MEGAFIL®** porbeles huzal egyedülálló tulajdonságokkal rendelkezik és garantálja a legnagyobb precizitást és a legjobb minőséget.



DRAHTZUG STEIN

wire & welding

Drahtzug Stein
D-67317 Altleiningen

Tel.: +49(0)6356 966-0
Fax: +49(0)6356 966-114

postmaster@drahtzug.com
www.drahtzug.com

Magyarországi kizárólagos képviselőnk:

Hegpont Kft
H 1239 Budapest,
Grassalkovich út 255.

Tel.: +36 (1) 287 3966
Mobil: +36 30 933 9010

ikalman@hegpont.hu
www.hegpont.hu



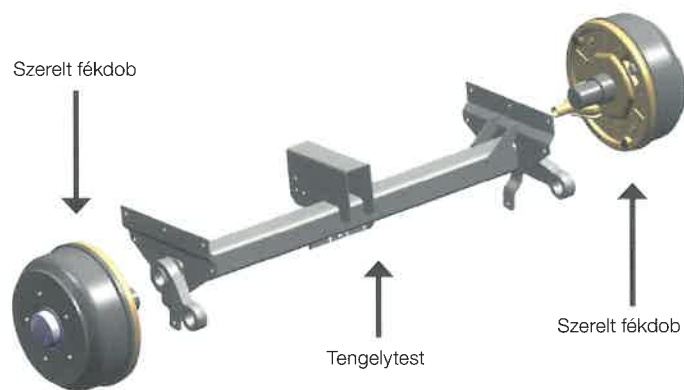
Utánfutó tengelyek hegesztése készülék nélküli robotrendszerekkel

Dr. Farkas Attila, Terék Gábor
REHM Hegesztéstechnika Kft.

Az utánfutó tengely gyártásának automatizálására a piaci kereslet növekedése, a gyártási költségek csökkentésének igénye, a szigorodó minőségi követelmények miatt került sor. A hegesztés automatizálása ezen túlmenően a nehéz darabok kézi mozgatásának kiváltása miatt is kívánatos volt.

Az automatizálandó feladat

Az 1. ábra példát mutat egy jellegzetes tengely összeállításra. A bal és jobb oldali szerelt fékdobot kell a lengőkarokba illeszteni a megfelelő kerék összetartás és dőlés biztosításával, és mindkét fékdobot két-két körvarrattal behegeszteni.



1. ábra: Tengely-összeállítás

A feladat automatizálásánál főként a következő tényezők jelentettek nehézséget:

- A kovácsolt lengőkarok pontatlansága
- A belső körvarratok rendkívül nehezen hozzáférhetőek (különösen az általánosan használt robot hegesztőfejekkel)
- A gyártandó termékek sokfélesége: több mint 100 féle (méretben és alakban) különböző terméket kell hegeszteni.

A hegesztési feladat automatizálása két fejlesztési lépcsőben történt:

1. Háromrobotos, készülék nélküli, robotrendszer kialakítása
2. Továbbfejlesztett, még nagyobb termelékenységet biztosító készülék nélküli robotrendszerek kifejlesztése és üzembe állítása

A gyártás automatizálásának alap gondolata az volt, hogy alkalmazzunk úgynevezett készülék nélküli robotrendszert, mely a lehető legnagyobb termékugalmasságot biztosítja rendkívül nagy kinematikai szabadságfokánál fogva.

A többrobotos szinkronvezérelt rendszerek alkalmazásának általános előnyei [1]:

- A hegesztés minőségének javulása: az ömledékfürdő pontosabban pozicionálható, mivel a rendszerben nincs hiszterézis (nincs időkésés különálló robotvezérlések közötti kommunikáció miatt).
- Kisebb hődeformáció a szimmetrikus jellegű hegesztési hőbevitel miatt.
- Nagyobb termelékenység, mely az egyidejűleg hegesztő robotok számával arányos.
- Kisebb létszámú kezelőszemélyzet szükséges a robotok számára vonatkoztatva.
- Kisebb helyigény a cellák kompakt felépítésének következtében.
- Egyszerűbb programozhatóság: több robot működtethető ugyanarról a programozó pultról, valamint a robotok kézi szinkronvezérelt mozgatási módja egyszerű és gyors beállítást tesz lehetővé.
- A beruházási költségek csökkentése: alacsonyabb az egy robotra vonatkozó beruházási költség, mivel a robotok egy közös vezérlésről működnek. Továbbá a többnyire drága és bonyolult hegesztő készülék helyett elegendő egy viszonylag egyszerű fogó alkalmazása.

A készülék nélküli ívhegesztő robotrendszerek különösen olyan esetekben alkalmazhatók nagyon eredményesen, amikor az alkatrész kialakításából, vagy a hegesztési technológiából adódóan sokrétű, esetleg bonyolult manipulációs feladatot kell elvégezni. Ilyen jellegű sikeres alkalmazásra találhatunk az itt bemutatottól kívül más hazai példát is [2].

A felhasználónál elsőként kialakított készülék nélküli („Jigless”) robotrendszer háromrobotos hegesztőcella, mely egy vezérlésről működteti a három robotot, 18 tengely egyidejű vezérlését biztosítva. Az ívhegesztő robot mellett egy-egy robot végzi a tengelytest és az egyes fékdobok megfelelő pozícióba állítását.

A háromrobotos készülék nélküli robotrendszer működése

A tengelytesteket láncos konvejer adagolja a megfogási pozícióba, ahol vonalkód olvasó leolvassa az alkatrész kódot, mely alapján a robotvezérlés kiválasztja a megfelelő programokat.

Ezt követően az automata ajtó felnyílik és az UP165 típusú robot felveszi a tengelyt és elindul vele a tengelyek magasságát mérő lézeres érzékelőhöz. Eközben az UP130 típusú robot felveszi – az előre a készülékbe készített és a munkatérbe forgatott – jobb oldali fékdobot és hegesztési pozícióba készíti.

A tengely hossz mérését követően a lengőkar furat helyzetének ellenőrzése következik ipari kamerás mérés segítségével. Ez a mérés biztosítja, hogy a robot ütközés nélkül – helyes po-



2. ábra: Lézeres és optikai mérőállás (lengőkar furat helyzetkeresés)



4. ábra: Az új ikerrobotos rendszer automatikus mérőállása



3. ábra: Tengelyhegesztés

zicióban – tudja illeszteni a lengőkar furatát a fékdob tengelycsonkjára (2. ábra).

Miután a fékdob tengelycsonkjára illesztette a lengőkart az UP6 típusú robot meghegeszti a lengőkar és a tengelycsonk felső varratát (3. ábra). Ezt követően a fékdobot elengedi a robot és a tengely egy felső hegesztési pozícióba kerül a lengőkar és a tengelycsonk alsó varratának hegesztése végett.

A jobb oldal készre hegesztése után a folyamat újra kezdődik a bal oldal lézeres és kamerás mérésével, illetve a bal oldali fékdob felvételével.

Miután a bal oldal hegesztése is megtörtént, az így elkészült munkadarabot az UP165 robot a cella mellett elhaladó konvejtörő sorra rakja és egy új tengely felvételével a ciklus újra kezdődik.

A háromrobotos hegesztőrendszer tapasztalatait felhasználva kerültek kifejlesztésre a nagyobb termelékenységre képes új robotrendszerek.

Az ikerrobotos készülék nélküli robotrendszerek működése

Az újabb robotrendszerekben a fékdobok pozicionálását egy görgős beadagoló pályával egybeépített automatikus pozícionáló készülék végzi, így egy-egy robot is elegendő a manipulációs és hegesztési feladat ellátásához. A robotrendszerek

ciklusidejét jelentősen sikerült csökkenteni azzal, hogy a hegesztés előtti mérésekhez nem a hegesztési pozicionálást is biztosító robotnak kell vinnie a tengelytestet, hanem a komplett mérést egy szervovezérelt mozgatással ellátott automata mérőkészülék még a tengelytest felvétele előtt elvégzi.

A működtetés során a következő alkatrész széria első darabját a robot kezelője vonalkód olvasó segítségével azonosítja, beállítja a hegesztendő darabszámot és ellenőrzi, szükség esetén korrigálja a kerékösszetartás és kerékdőlés értékeit. A soron következő tengely felvételi pozícióba érkezését követően a mérőállomás megfogója felveszi a tengelyt és mindkét oldalának lézeres távolságmérésével megállapítja a tengely teljes hosszát. Ipari kamerák segítségével felvételt készít a lengőkar furatáról, annak érdekében, hogy az ES200 típusú robot ütközés nélkül – helyes pozícióban – tudja illeszteni a lengőkar furatát a fékdob tengelycsonkjára.

A mérés és felvétel készítés a robot munkaterén kívül különállóan és párhuzamosan vezérelhető mérőállomáson történik. Ez alatt az idő alatt a HP6 hegesztőrobot végzi az előző – már megmért és pozícionált alkatrész – hegesztését.

A mérés és az előző alkatrész hegesztésének végeztével az ES200 típusú robot átveszi a megmért alkatrészt a mérőállomástól és az automata ajtó bezáródását követően elindul a hegesztési folyamat. Ennek első lépése a tengely jobb lengőkarjának illesztése a jobb oldali fékdobra, a megfelelő dőlés és összetartás értékekkel, mely eközben megérkezett a hegesztőkészülékbe a fékdob adagoló berendezés segítségével (5. ábra).



5. ábra: Hegesztés az új ikerrobotos rendszerrel

A HP6 típusú robot meghegeszti a külső varratot, majd a tengely átkerül a felső hegesztési pozícióba, ahol elkészül a belső varrat is.

A folyamat ezt követően a bal oldali lengőkar és bal fékdobbal megismétlődik és a kész munkadarab a konvejtör sorra kerül.

Ezt követően az ES200 robot átveszi a következő – az időközben már megmért – darabot a mérőállomásból és a ciklus újra elkezdődik.

Az új robot a termelékenység növelését nem csak az által biztosítja, hogy a hegesztéssel egyidejűleg már a soron következő darab mérése megtörténik, hanem azzal, is hogy egyszerűbb a rendszer kezelése, a kerék-összetartási és dőlési szög adatok a rendszert működtető PLC érintőképernyős felületén közvetlenül bevihetők. Továbbá a robotcellánkénti programozási időt lehetett csökkenteni úgy, hogy a három új robotrendszer Master – Clone 1 – Clone 2 rendszerben működik.

Hazai kooperációs fejlesztések a robotrendszerekben

A robotrendszereket a svéd Motoman Europe AB cég gyártotta, azonban a kialakításához kapcsolódó fejlesztési munkában hazai kooperációs partnerként a REHM Hegesztéstechnika Kft. is részt vett, főként a következő két területen:

1. Speciális hegesztőfej kifejlesztése

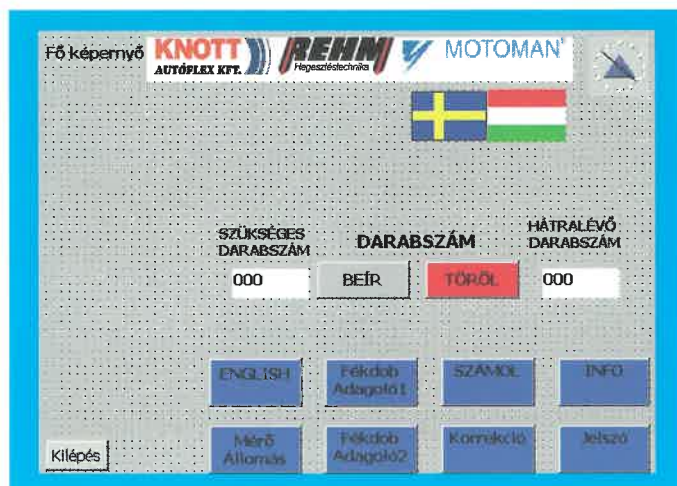
A sok esetben igen nehezen hozzáférhető helyen végzett nagy teljesítményű hegesztéshez speciális hegesztőfejet kellett kifejleszteni (6. ábra). Ezt a feladatot a TBI Industries GmbH & Co KG céggel kooperációban sikerült megvalósítani. A különleges kialakítású vízűtéses hegesztőfej érdekessége, hogy a MIG/MAG eljárásnál szokatlan módon kerámia gázfúvókát alkalmazunk. Erre azért volt szükség, mert a szűk helyen végzett nagy teljesítményű hegesztés hőigénybevételét hagyományos gázfúvókával nem bírta el.



6. ábra: Egyedi fejlesztésű robot-hegesztőfej

2. Az új ikerrobotos rendszerek PLC programjának elkészítése

A robotrendszer vezérlését biztosító PLC programját a REHM Hegesztéstechnika Kft. készítette el. A vezérlés kezelőfelülete az első háromrobotos ívhegesztő rendszerhez képest sokkal egyszerűbb működtetést tesz lehetővé és több információt biztosít a kezelők számára (7. ábra).



7. ábra: Az ikerrobotos rendszerek PLC vezérlésének fő képernyője

A készülék nélküli robotrendszerek bevezetésének tapasztalatai

Az utánfutó tengelyek hegesztésének automatizálására bevált a készülék nélküli hegesztő robotrendszerek alkalmazása. Ennek legfőbb oka, hogy az igen sokféle termék hegesztését más kialakítású robotrendszerrel nem, vagy csak igen költséges, és sok műszaki bizonytalanságot magában hordozó módszerrel lehetett volna megoldani. Az alkalmazott robotrendszerek igen nagy termékugalmasságot biztosítanak, ami a versenyképes gyártást nagymértékben segíti.

Az első készülék nélküli robotrendszer bevezetését megelőzően a cégnél már volt tapasztalat robotok alkalmazására, ami jó alapot jelentett a komplexebb feladatok eredményes megoldására.

Az utánfutó tengelyek automatikus hegesztésére bevezetett készülék nélküli robotrendszerek komplexitásuknál fogva világvizonylatban is különleges megoldásnak számítanak. A robotrendszerek sikeres bevezetéséhez nagymértékben hozzájárult a gyártó, a szállító és a felhasználó szoros szakmai együttműködése.

Ezúton is szeretnénk kifejezni köszönetünket az Autóflex-Knott Kft. vezetőinek és szakembereinek azért, hogy ezek a projektek létrejöhettek, a megvalósítás során tapasztalt oda-szánt együttműködésért, továbbá az I. Magyar Motoman Robot Szimpózium megrendezéséhez nyújtott segítségével.

[1] Dr. Farkas Attila: Hegesztő automaták és robotok alkalmazási tendenciái és gazdaságosságuk
26. Balatoni Anket, 2005. október 27-29. Siófok

[2] Ifj. Győri Károly, Dr. Farkas Attila
Készülék nélküli ívhegesztő robotrendszer alkalmazási tapasztalatai
XII. Országos Hegesztési Tanácskozás Budapest, 2006. szeptember 14-15. P101-111

Rövid beszámoló az EWF és az EU 6. hegesztési programokról:

WELDSPREAD, ECONWELD és HAMSTER

Előadások a GTE - MHtE – BMF – 12.-dik Nemzetközi Hegesztési Konferenciáján

Gayer Béla*

Új harmonizált szakképzési modell kis- és közepes vállalkozások részére (HAMSTER)

Sokan sokat beszélnek, a hallgatók jobb, korszerűbb oktatásáról, de keveset tesznek vagy tudnak tenni, mert részben az anyagi lehetőségek alacsonyak, részben az újdonságok elleni idegenkedések miatt sok marad mozgásterük. Eddig 33 európai országban került bevezetésre az ún. harmonizált képzési tanmenet (EWF gondozásában hegesztési képzésre). Mégis a kis- és közepes vállalkozások (SMEs) gyakran úgy érzik, hogy hiányzik valamilyen megfogható ismeretanyag az ismeretek szerkezetéről, terjesztéséről és hozzáféréséről, melyek egy feladatra specializálódtak és melyek naprakész, korszerű technikai eszközökkel történő oktatással elsajátíthatók lennének.

A tevékenységen alapuló szakképzés (TAK)

A felnőttképzés fő kérdése „a hogyan csináljunk – és hogyan ne csináljunk” egy tevékenységet. Ha megnézzük a ma Magyarországon alkalmazott képzési programokat, rögtön szembetűnik, hogy anyag-

takarékosság miatt egy-egy kötés, vagy varratípus megtanulása a cél, jobb esetben a megtanulandó produktum egy félkész termék, lemez, vagy csőelem.

A TAK azonban jól követi az ipari termelés sorrendjét ahol felhasználhatók a munkautasítások, munkaprogramok és technológiai utasítások.

Mi is a tevékenység alapú képzés?

A kis- és középvállalkozások, mint megrendelők, alkalmazottainak célszerű felkészítése a vállalt feladatok műveleteinek biztonságos és szakszerű elsajátítása céljából. Ehhez azonban két feltétel szükséges:

- a legjobban megválasztott célszemélyek csoportja,
- a képzés tárgya vagy produktuma.

Nem képzelhető el és ha mégis eredménytelen lesz a képzés, ha például egy tárolótartály építéséhez különböző érdeklődésű és végzettségű hallgatókat küldünk megtanulni a tartály minden elemének hegesztéssel kapcsolatos technológiáira.

A képzés tematikát úgy kell felépíteni, ahogyan egy kiválasztott terméket építenének. Egy példa az oktatási program lépéseinek megtervezésére:

1. Bemutatkozások, a képzési program bemutatása

Tev. sorszama	Műveleti fázis	
1	Bemutatkozás és a képzési program bemutatása	
	Tárgy	A hallgatók és a tanárok bemutatkozása, megértetni a hallgatókkal, hogy egy konkrét terméken keresztül ismerik meg a munkafázisokat és a tanfolyam végén milyen vizsgát kell tenniük.
	Tartalom	1. Tevékenység alapú képzés, 2. Az egyes munkafázisok időtartama, 3. A termék mint elkészítendő munkadarab és vizsgadarab, 4. Hogyan kell használni és alkalmazni a videokommunikációs eszközöket, internetet, a videokonferencia lényege, 5. A vizsga és a vizsgáztatás folyamatának ismertetése
	Eredmény	A hallgatók megismerik ezt az új pedagógiai módszert és elsajátítanak új informatikai eszközök használatát
2	Műszaki előkészítés	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismerniük a tervdokumentációt, a gyártási terv fogalmát a különböző hegesztési varratjeleket és kötéstípusokat, varratokat, a hegesztendő polimeranyag tulajdonságait, a gyártás alapvető eszközeit.
	Tartalom	1. Gyártási terv, 2. Kötés és varratípusok, 3. Hegesztési jelek, 4. A műanyagok bemutatása, 5. A műanyagok vágó és hegesztő eszközei, 6. A PVC, PE, PP polimerek alapjai, 7. A minőség, a termelékenység és gazdaságosság
	Eredmény	A hallgatók megismerik a műanyagok típusait, képesek lesznek felismerni a kötések és varratok típusait, elsajátítják a műanyagok alapvető gyártási módszereit.
3	Anyagvágási technológiák	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismerniük a hegesztés előtti előkészítési módszereket, a tisztítás módszereit, az alkalmazható eszközöket és anyagokat. Fel kell készülniük a tevékenység biztonságos és környezetre sem veszélyes tevékenységek elvégzésére. Tudniuk kell a hallgatóknak a különböző műanyagok tárolási feltételeket csövek, lemezek, szerelvények/
	Tartalom	1. Biztonságos tárolás, anyagkezelések fogalma, 2. Személyi védelem a vágáskor, 3. Vágó eszközök, 4. A vágó eszközök biztonságos kezelése, 5. Anyagok tárolása, 6. Vágási terv, jelölések, 7. Vágási műveletek, tisztítások
	Eredmény	A hallgató képes lesz a műanyag lemezek, csövek biztonságos és környezetet nem szennyező, szakszerű végzésére. A hallgatók új ismereteket kapnak a vágóeszközök és tisztítóeszközök biztonságos kezeléséről. Képesek lesznek a műanyag alapanyagok és hozaganyagok szakszerű tárolására. Megismerik a vágási tervet, és képesek lesznek szakszerű vágások és tisztítások elvégzésére.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

4	Elgyártás	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismerniük a hegesztés előtti előkészítési mveleket.
	Tartalom	1.A szabványok ismerete, 2.A gyártói hegesztési utasítás fogalma, 3.A alapanyagok és hegesztési hozaganyagok ismerete, 4.A kötések előkészítése, 5.Tisztítási eljárások, 6.Idjárás elleni védelem, 7.Személyi védelmek
Eredmény	A hallgatók átfogó képet kapnak a WPS-ről, tudnak alkalmazni személyi és idjárás elleni védelmeket. Az előkészítés minden fázisát megismerik	
5	Gyártás, szerelés	
	Tárgy	A hallgatóknak elő kell ismertetni a gyártás és szereléskor szükséges személyi védelmeket. Meg kell ismernie a t rész fogalmát, a szerelési fázisokat.
	Tartalom	1.Alapvető személyi védelmek, 2.A gyártás és szerelés eszközeinek használata, 3.T részek, 4.F zések
Eredmény	A hallgató elsajátítja a gyártás és szerelés eszközeinek biztonságos használatát. Képes lesz szakszerű fűz varratot készíteni. A gyártás és szerelés t részeit megismeri	
6	Hegesztés	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismernie a hegesztési eljárásokat A lényeges változók fogalmát az alkalmazható hegesztési eljárásoknál. Meg kell érteniük a különbséget a forrógáz és az extrúziós hegesztés között Meg kell ismerniük a hegesztési eljárásoknál keletkező folytonossági hiányokat
	Tartalom	1.A forrógáz és az extrúziós hegesztés fogalma, 2.Hegesztési paraméterek, 3.A hegesztés ellenőrzése, 4.A hegesztés minősítése, 5.Az alapanyaghoz kiválasztott hegesztési eljárással való hegesztés, 6. Idjáráselleni védelem, 7.Folytonossági hiányok, 8.Varratjelölések
Eredmény	A hallgató képes lesz forrógáz és extrúziós hegesztéseket alkalmazni Be tudja mutatni így elő tudja kerülni a fellépő folytonossági hiányokat	
7	Minősítés és ellenőrzés	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismernie a főbb roncsolásos és roncsolásmentes anyagvizsgálati módszereket. A hallgatóknak képesnek kell lenniük az alkalmazott hegesztési eljárásnál fellépő folytonossági hiányok megítélésére egy adott követelményszint szerint A leendő minősített anyaghegesztés képes legyen értékelni a minősítése érvényességi tartományát
	Tartalom	1.Szemrevételezéses vizsgálat, 2.Lefejtés vizsgálat, 3.Nyomáspróba, 4.Szikrainduktoros vizsgálat, 5.A folytonossági hiányok típusai, 6.A hiányok okai, 7.A hiányok hatásai, 8.Elfogadási kritériumok, 9.Hegesztési minősítések, 10. A minősítés érvényességi tartománya
Eredmény	A hallgató le tudja fogni tudni a minősítési anyagoknál alkalmazható roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálati eljárásokat Tudja értékelni a fellépő folytonossági hiányokat. Képes lesz alkalmazni minősítésének adatait.	
8	Dokumentációk	
	Tárgy	A hallgatóknak meg kell ismernie, hogy gyártás előtt, alatt, és után milyen záró és átadási dokumentációkat kell elkészíteni. Megismeri, a termék kiszállíthatóságának feltételeit.
	Tartalom	1.A vevői igényeknek megfelelő dokumentáció összeállítása, 2.Kézi és gépi jegyzőkönyvek 3.Minden jegyzőkönyv, keletkezett feljegyzés összeállítása, 4.A termék kiszállítása, 5.Termékfelelősség fogalma
Eredmény	A hallgató képes lesz összeállítani géppel és kézzel készült jegyzőkönyveket Le tudja írni és alkalmazni is tudja, azt a képességét, hogy tudja mikor szállítható ki a termék és ki milyen felelősséget visel.	

- Műszaki előkészítés.
- Anyagvágási technológiák.
- Előgyártás
- Gyártás, szerelés
- Hegesztés.
- Minősítés
- Ellenőrzés.
- Kiszállítás

Vegyük egy példát, egy tárolóedényt, ami polipropilénből készül. Az egyes oktatási modulok a gyártási fázissal szinkronban vannak.

A tartalom szerzői avagy video-kommunikációs eszközök alkalmazása

A TAK alkalmazható ún. hagyományos úton „face to face”, tanár szemben áll a hallgatókkal a táblára ír és magyaráz, interaktív párbeszédet folytat a hallgatókkal, esetleg demonstrálás céljából, posztereket, tárgyakat, esetleg filmeket mutat be. Itt az elmélet a gyakorlattól gyakran szétválik.

A másik lehetőség, ha a tevékenység alapú képzés elméleti és gyakorlati oktatása éppen a video-kommunikációs eszközök hatékony alkalmazása révén szorosan kapcsolódik egymáshoz.

Ez lehet egyidejű, de időben szét is válhat egymástól. Távközlésnél ez a módszer kiválóan alkalmazható.

Néhány jellemző: A tanárnak nem szükséges a hallgatók előtt állnia, de a közvetlen kapcsolat interneten is megvalósítható.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

A hallgatók olyan videofilmeket használnak, melyek a tartalom-szerverhez kapcsolódnak úgy, hogy az adott témához szolgáltatott információ is a közvetlen gyakorlati oktatás része.

A digitális interaktív tábla alkalmazásakor a tanár digitális megjegyzéseket is tehet, melyek az interneten keresztül eljuthatnak távolban levő hallgatókhoz is.

A számítógép, az internet, az internetes adatbázisok, digitális könyvtárak, virtuális technikák, videokonferenciák ma még nehezen alkalmazhatók éppen magas áruk miatt, de meggyőződésem, hogy ezek nélkül nem lehet korszerű oktatás a jövőben.

A HAMSTER projekt

Ma már szerencsére számos európai projekt létezik, mely az oktatás módszertanának fejlesztését támogatja, a technikai eszközök beszerzését elősegíti.

Ilyen projektben vesz részt az MHTÉ is 2006. 10. 01-től.

A projekt megnevezése: „HAMSTER új harmonizált szakképzési modell kis- és közepes vállalkozások részére, Európai Műanyag Hegesztési digitális könyvtár azonosítása”.

A projekt célja: egy új oktatási módszer pedagógiai használatának megerősítése, melyek műanyagtermékeket előállító kis- és közepes vállalkozások munkafolyamatához kapcsolódnak és elősegítik a szakismeretek fejlesztését egy új generációs, harmonizált költségérzékeny szakismereti transzferrel a kis- és középvállalkozások és így az iskolák között.

A HAMSTER egyesíti a magasabb színvonalú vizuálkommunikációs technikákat és a modern információkutatási és kommunikációs technológiákat.

A munka 8 munkacsoportban folyik. Ezek:

- a projekt irányítása (WP1);
- a felhasználói követelmények meghatározása (WP2);
- tanárok és diákok harmonizált ismereteit leíró módszertan meghatározása (WP3);
- tanítási tanárt program alkalmazása (WP4);
- a tanulási aktivitás korlátok nélküli modellezése (WP5);
- tanfolyamok szervezése (WP6);
- a projekt eredmények értékelése (WP7);
- az eredmények terjesztése (WP8).

A magyar fél a műanyagok hozaganyag (forrógáz és folyamatos kézi extruder) hegesztéstechnológiák témagazdájá. Külföldi partnereink: olasz, norvég, görög, portugál, cseh nemzetiségűek. Hazai partnerek a Mátrai Hegesztési és Szakképzési Kft., a Vörsas Kft. és az IPOSZ Kht. Ezúttal is köszönetet mondunk támogatásukért.

Eredmények

- Műanyaghegesztés európai adatbázisának létrehozása, európai szabványok és irányelvek figyelembevételével.
- Új pedagógiai módszerek bevezetése Magyarországon is műanyaghegesztés területén.
- Egységes érvényesítő ellenőrzés a video-kommunikációs technológiák és eszközök alkalmazás tevékenység alapú képzésében.

Irodalomjegyzék

Hegesztéstechnika 2007. 1. szám

Hegesztéstechnika 2007. 4. szám

Hegesztéstechnika 2008. 1. szám

*Gayer Béla (IWE) MHTÉ

Dr. Gremesberger Géza

A hegesztők egészségvédelme

„Rövid áttekintés az ECONWELD – programról”

A hegesztés európai dimenziói

- Az EU –ban a fémfeldolgozó ágazat éves forgalma eléri a 970 milliárd € - t és ez az EU költségvetésének kb. 8 %- át teszi ki.
- Hegesztési tevékenységet 190000 cég folytat.
- Az EU –ban 5.5 millió ember foglalkozik hegesztéssel kapcsolódó tevékenységgel.
- Az EU –ban 730,000 teljes idejű hegesztési munkahely van és 5.5 millió kapcsolódó.

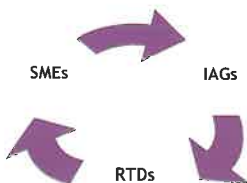
Az ECONWELD TECHNOLÓGIAI SZÜKSÉGESSÉGE

- A hegesztésnek jelentős a hatása az egészségre
 - Az EU –ban a 730000 hegesztő kb. 10 % - a marad betegség miatt a munkától távol
- Ez versenyképességre veszélyt jelent.

A hegesztési füst és a rossz ergonómia okozta veszélyforrások, egészségi kockázatok

- **Zn – expozíció hatása:** fémláz, idegrendszeri sérülések – betegállomány,
- **Mn – hatása:** Parkinson- kórhoz hasonló megbetegedés,
- **Füst és gáz tartós expozíció:** a légzőszervek krónikus megbetegedését okozzák,
- **Szilíciumdioxid expozíció:** fertőző megbetegedések előfordulását segíti. stb.

A PROJEKT TEAM ÖSSZETÉTELE



A veszélyforrások

- Füstben levő anyagok:
Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Sn, Mg, Mn, Mo, Ni, Si, Ti, Zn
- A gázok:
CO, CO2, NO, NO2, O3
- Sugárzás:
ultraviola, látható, infravörös
- Egyebek:
hő, zaj, rezgés, ergonómiai hibák

ECONWELD projekt várható eredménye

- a hegesztés kedvezőbb szakmai megítélése – jobb imázs
- jobb versenyképesség,
- a hegesztést kísérő és a hegesztőt érő füst mennyiségének csökkentése, füstviszasszívó hegesztőpisztolytal, és egyéb elszívókkal
- a hegesztők betegség miatti munkaidő kiesésének csökkentése, az ergonómiai körülmények pontos megismerésével alkalmasabb eszközök kialakítása,

WP 1 – a hegesztés költségei

- A hegesztési eljárás megválasztásával a hegesztési sebesség (kb. 10 – 15%-al) növelése,
- A GMAW eljárás alternatíváinak a költségek, a hegesztési sebesség és a technológiai lehetőségek alapján történő meghatározása,
- Eszközök kifejlesztése amelyekkel az EU-ban a kis és közepes vállalkozások (SME-s) gyártásukat automatizálhatják,

WP 2 – Hegesztési füst

A javasolt megoldások

- Robottal mozgatott elszívó,
- A szívócső mozgását számítógépes automatikus követő „látó” szoftver vezérli,
- A kamerával felvett képelemzés eredményeként a szoftver az elszívót optimális helyzetbe hozza

WP-3: Hegesztők megbetegedése

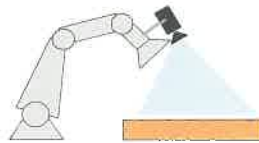
- A hegesztők teljesítménye és egészségi állapotok elemzése – méréssel és ezen kívüli 300 hegesztő által kitöltött kérdőívek értékelésével
- Mérés:
- A vizsgálatokat, méréseket különböző testhelyzetekben végezték,
 - Elektromyografia (az izmok aktivitására)
 - Az izomaktivitást felületi elektromyográffal mérték,
 - Az értékeket a maximális önkéntelen összehúzóerő (maximal voluntary contraction: MVC) alapján értékelték,
 - Elektromiometria
 - Elektromiometriát alkalmazták a hegesztő jellemző (domináns) mozgásának méréséhez,
 - Az értékek a legnagyobb mozgásra vonatkoznak.

WP 1 - EREDMÉNYEK MAG hegesztés

- A lüktető ívű hegesztés, ugyanakkora áramerősség (intenzitás) esetén kb. 20 – 30 % -al növeli a hegesztési sebességét – a becsült költségszokkenés: kb. 20 – 30%,
- A rézmentes felületű hegesztő huzalelektroda (OK ARISTOROD 12.50) alkalmazása csökkenti a fröcskölést, javítja az ív stabilitását és a költségszokkenés: kb. 10 – 15%,
- Portöltésű huzalelektroda (SAFDUAL 207 GREEN) alkalmazásával a hegesztési sebesség kb. 20 – 30 % -al növekedett és a költségszokkenés: kb. 10%,
- Három komponensű védőgáz és optimált hegesztési eljárás együtt jó varratokat, stabil ívet és jó cseppátmenet és a fröcskölés is kisebb,

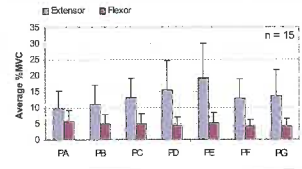
WP 2 – Hegesztési füst

A kamerával szerelt hegesztési füstelszívó



WP-3: Hegesztők megbetegedése

a hegesztési helyzetek és az MVS (%-ban) kapcsolata

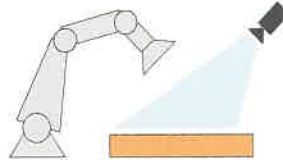


WP 1 - EREDMÉNYEK Alternatív hegesztési eljárások

- A TANDEM hegesztési eljárás esetében azonos nagyságú hegesztő áram alkalmazásával a hegesztési sebesség kétszeres lett mint a hagyományos MAG eljárás esetén elérhető,
- A TANDEM hegesztési eljárással elérhető hegesztési költség csökkentés 1 m-re és a hagyományos MAG eljárásra vetve kb. 70%,
- A TIME hegesztési eljárással a hegesztési sebesség kb. 20 – 90% -al növelhető a hagyományos MAG eljárásra vetve, a mérték függ a varratmérettől és az alkalmazott hegesztési áramerősségtől, a fröcskölés csökken, a TIME előnyei különösen a nagy áramerősségtől és szűrvő alkalmazásakor lesz nyilvánvaló,
- A TIME hegesztési eljárással elérhető hegesztési költség csökkentés 1 m-re és a hagyományos MAG eljárásra vetve kb. 20 – 30 %.
- A vizsgálatba bevont STT, Fast Root, CMT, stb. eljárásokat itt nem részletezzük.

WP 2 – Hegesztési füst

A kamera távolabb az elszívótól



WP 3 – Hegesztők megbetegedése

Hegesztés ergonómia - a gerincoszlop terhelése



WP 1 - EREDMÉNYEK

Automatizálást segítő információs eszközök

- A COSTCOMP szoftvert az ECONWELD igazították és próbafuttatást végeztek – ez jelszóra az ECONWELD honlapjáról letölthető.
- A program lehetővé teszi, a hegesztés költségeinek különböző eljárásokkal történő gyors meghatározását és az összehasonlító elemzést is.

WP 2 – Hegesztési füst

A robot elszívó működési elve

Négy fő elv:

- A video érzékelőtől (szenzor) beérkezik a kép,
- A hegesztőív követése képfeldolgozással,
- A helyes, optimális elszívó pozícionálás,
- A robottal működtetett elszívót tartó kar mozgatása

WP 3 – Hegesztők megbetegedése

Hegesztés ergonómia - a kar terhelése



WP 2 - A hegesztési füst

A probléma:
az ívhegesztést fokozott füstképződés kíséri



WP 2 – Hegesztési füst

Az ív követésének informatikai lehetőségei

A különböző technikák közös lehetőségei:

- Kalman féle követés,
- CamShift követés (ha színes a kép),
- Pontkövetés

WP 3 – Hegesztők megbetegedése

A légzési zóna - R : 300 – 500 mm



WP 2 – A hegesztési füst

A hegesztő kezeli az elszívót ez lassítja munkáját

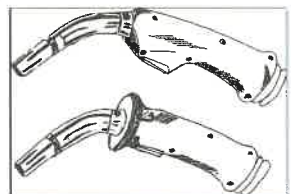


WP 2 – Hegesztési füst Eredmények

- Következtetések:
 - a hegesztési füst elszíváshoz video – alapú automatikus szívócső beállítás javasolható,
 - a rendszer képes automatikusan követni a hegesztő helyzetét és az elszívót tartó úgy mozgatni, hogy az optimális állásba kerüljön,
- A javaslat előnyei:
 - hatékonyan csökkenti a hegesztő körüli füstöt és ezzel javítja a munkakörülményeket
 - javulnak a hegesztő munkakörülményei és ezzel a minőség is.

WP-3: Hegesztők megbetegedése

Ergonómia a pisztoly – és a tenyér kapcsolata



WP-3: Hegesztők megbetegedése

Ergonómia – a tenyér és a pisztoly markolata



WP 3 – Hegesztők megbetegedése ASPIRMIG elszívó hegesztőpisztoly

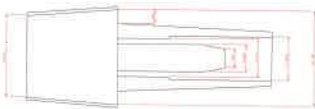


WP-3 Hegesztők megbetegedése

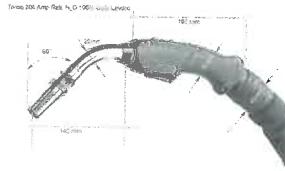
Ergonómiai eszköz
12 m hatósugarú hidraulikus tehermentesítő kar



WP 3 – Hegesztők megbetegedése Elszívó hegesztőpisztoly – elve - 1



WP-3 Hegesztők megbetegedése ASPIRMIG elszívó hegesztőpisztoly



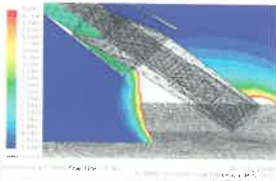
WP 4 - Viweld – program-1

VIRTUAL WELDING Virtuális Hegesztés

Célküldés

számítógépes program készítése, a hegesztési munka megkezdése előtt a hegesztői várhatóan terhelő ergonómiai és egészségvédelmi körülmények megismeréséhez és ennek alapján az egészséges munka körülményeinek megtervezéséhez.
A program in-puljai a hegesztés alapparaméterek (pl. WPS lapon levők).

WP 3 – Hegesztők megbetegedése Elszívó hegesztőpisztoly – elve - 2



WP-3 Hegesztők megbetegedése Füstelszívás hegesztőpisztollyal

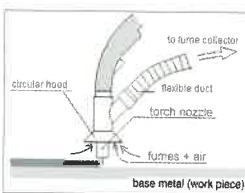


WP 4 - Viweld – program-2

A program input adatai:

- Alapanyag,
- Hegesztési eljárás,
- Hegesztő anyag típusa,
- Hegesztőanyag átmérője (mm),
- A védőgázfajtája,
- A hegesztési munkarend (U, I, v, stb.)
- Az adott paraméterekkel a hegesztési füst és gázképződés mértéke(mg/s)

WP 3 – Hegesztők megbetegedése Elszívó hegesztőpisztoly – elve - 3



WP-3 Hegesztők megbetegedése Hegesztő pajzs fejlesztés

- A pajzson belüli légáram modellezése CFD – eljárással (fluid dynamics)

Y-irányú sebesség hegesztési füst pajzselem

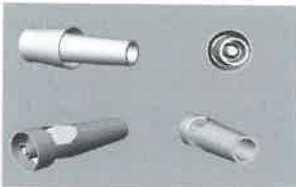


WP 4 - Viweld – program-3

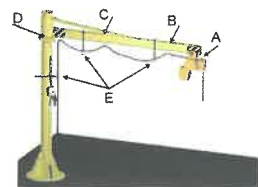
folytatás:

- A hegesztési helyzet,
- A függőleges erő kifejtés (N),
- A felsőkar felemelési szöge,
- A törzs meghajlítási szöge,
- A fej hajlítási szöge, stb.

WP 3 – Hegesztők megbetegedése Elszívó hegesztőpisztoly – konstrukciós elemi



WP-3 Hegesztők megbetegedése Ergonómiai eszköz – tehermentesítő kar



WP 5, 6, 7 - Az eredmények kommunikálása, ismeretterjesztés

- ✓ Az ECONWELD internet honlapján: www.evf.be/econweld
- ✓ EWF - hírlévlben - newsletters
- ✓ Projekt leírásokban és posztereken,
- ✓ Műszaki folyóiratokban,
- ✓ Workshopokon, szemináriumokon, és konferenciákon – pl. lesz a témában európai konferencia is.

*Dr. Gremesberger Géza, Dunaújvárosi Főiskola

Helyreigazítás

Korábbi számunkban(2008/2) Tűzhorganyzott acélszerkezetekben keletkező repedések címmel közölt írás forrás megjelölése lemaradt, emiatt elnézést kérünk az érintettektől, most helyesen közöljük. Szerzők: Helmut Nies, Georg Scambl, Bernd Stiefel. Forrás: Saarbrücken/Németország, Welding and Cutting 6 (2007) No.5., p. 256 – 260.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

Dr. Komócsin Mihály*

WELDSPREAD – a személyzet tanúsítás támogatása

Egy hegesztő üzem biztonsága és a nyereségessége függ a szakmai vezetés színvonalától, a hegesztési szakszemélyzet felkészültségének naprakészségétől és az ismeretek alkalmazásának képességétől.

A hegesztett termékek előírt minőségű gyártásának előfeltétele a megfelelő képzettségű és számú hegesztőszemélyzet. A hegesztés különleges technológia, amely szükségessé teszi a hegesztési műveletek felügyeletét a megbízható gyártás és üzemelés érdekében. A hegesztéshez kapcsolódó tevékenységre pl. a tervezésre, a kivitelezésre, a felülvizsgálatra, az ellenőrzésre vonatkozóan egyértelműen meg kell határozni az e tevékenységeket végzők feladatát és felelősségét.

Azon túl, hogy egy hegesztő üzem csak megfelelően képzett és érvényes tanúsítással rendelkező hegesztőket alkalmaz, arra is szükség van, hogy megbizonyosodjon, hogy a hegesztő mérnökök, technológusok, művezetők, hegesztő mesterek és a hegesztő felügyelők is gondot fordítanak-e szakmai fejlődésükre.

Az MSZ EN ISO 3834:2005 szabványsorozat, amely a fémek ömlesztő-hegesztésének minőségirányítási követelményeit foglalja össze, a következők szerint fogalmaz: „A gyártónak legyen megfelelő hegesztési felelőse. Az ilyen minőségirányítási tevékenységekért felelős személyeknek legyen meg az elégséges jogköre minden szükséges tevékenység ellátására. E személyek feladat-és felelősségkörét egyértelműen meg kell határozni”

„A gyártónak az előírt követelményeknek megfelelő hegesztés ellenőrzésének és vizsgálatának tervezésére, elvégzésére és felügyeletére elegendő és hozzáértő személyzete legyen.”

Az MSZ EN ISO 14731:2006 szabvány, amely a hegesztési felügyelettel, ezen belül a Hegesztési felelős feladataival és felelősségével foglalkozik, előírja hogy a hegesztő szakszemélyzetnek igazolni kell, hogy képesek a kötelezettségek ellátására. A hegesztési felelős felkészültsége akkor megfelelő, ha a minőségirányítási szintnek megfelelően az általános műszaki ismereteken túl a hegesztés és a rokon technológiákban a megoldandó feladatnak megfelelő speciális jártassággal rendelkezik. Ezt a jártasságot elméleti képzés és a gyakorlat során szerzett tapasztalatokkal lehet megszerezni.

Az elméleti felkészültség igazolására elegendő, ha a hegesztési felelős a minőségirányítási szintnek megfelelő Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)/Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)/Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS), a hegesztési ellenőr esetén ha Nemzetközi Hegesztőfelügyelő (IWIP) diplomával rendelkezik.

A gyakorlati tapasztalatok és az elméleti ismeretek fejlesztésének igazolására az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) egy rendszert dolgozott ki, amelyet a Nemzetközi Tanúsító Testület (IAB) átvett, és alkalmazásáról szabályzatot készített (IAB-341-07 - Draft 3 October 2007).

Az IIW hegesztési szakszemélyzet felkészültségének és szakértelmének tanúsítására szolgáló rendszer

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) hegesztési szakszemélyzet felkészültségének és szakértelmének tanúsítására szolgáló rendszerben kiadott tanúsítvány egy nemzetközileg harmonizált és elfogadott

dokumentum. Ez a tanúsítvány nemcsak a tanúsított személy számára jelent nyilvánvaló előnyt, hanem a munkáltatónak is, hisz az MSZ EN ISO 3834:2005 szerinti üzemalkalmassági vizsgálat során nem lehet kétséges a személy felkészültsége.

A tanúsítás során három lényeges elemet kell vizsgálni:

- a jelölt hegesztéssel kapcsolatos elméleti tudását,

- a jelölt gyakorlatát az elmúlt három évben,
- a jelölt ismereteinek folyamatos fejlesztését.

A tanúsítvány szintjének megfelelően a jelölt az elméleti tudását az 1. táblázat szerinti IIW diplomával igazolhatja.

A jelölt gyakorlati ismeretei akkor tekinthetők megfelelőnek, ha legalább két évet dolgozott hegesztő üzemben a tanúsítvány szintjének megfelelő munkakörben, és az MSZ EN ISO 14731:2006 szabvány szerinti tevékenységeket ezen a szinten ellátta.

Az értékelés során a vizsgálatra javasolt tevékenységek és a hozzájuk kapcsolódó ismeretek:

Az általános követelmények ismerete:

- termékszabványok és az esetleges kapcsolódó előírások.

A műszaki követelmények ismerete:

- anyagszabványok és a hegesztett kötéshez kapcsolódó előírások,
- a rajzdokumentáció és a tervezői előírások,
- a hegesztett kötések minőségi követelményei és az átvételi feltételek,
- a hegesztett szerkezet részegységekre bontása az ellenőrzés és a roncsolásmentes vizsgálatok lehetőségének figyelembe vételével,
- a hegesztett kötésekkel szembeni sajátos követelmények, pl. ferrittartalom, hidrogéntartalom, öregedési hajlam, varratgeometria, gyökálatét, egyengetés, felületminőség előírások,
- kötéselőkészítés, geometriai méretek mérése.

A vállalkozókkal kapcsolatos követelmények ismerete

A hegesztő személyzettel kapcsolatos követelmények ismerete:

- hegesztők, forrasztók és gépkezelők minősítése és ezek nyilvántartása.

A hegesztő berendezésekkel kapcsolatos követelmények ismerete:

- hegesztő berendezések alkalmazhatósága,
- hegesztő készülékek azonosítása és kezelése,
- a különböző hegesztő eljárásokhoz szükséges személyi védőeszközök,
- a hegesztő berendezések karbantartása, felülvizsgálata és nyilvántartása.

A gyártási tervekkel kapcsolatos ismeretek:

- a WPS-ek,
- a környezeti hatások mérséklésének lehetősége,

Tanúsítvány szintje	A minimálisan szükséges diploma
Tanúsított Nemzetközi Hegesztőmérnök (CIWE)	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)
Tanúsított Nemzetközi Hegesztőtechnológus (CIWT)	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)
Tanúsított Nemzetközi Hegesztőspecialista (CIWS)	Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)
Tanúsított Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (CIWP)	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP)

1. táblázat A tanúsítványok és a hozzájuk szükséges diploma minimális szintje

- a személyzet beosztása,
- az előmelegítő és utóhőkezelő berendezések és hőmérséklet mérők.

A hegesztési technológia minősítésével kapcsolatos követelmények ismerete.

A munkautasításokkal kapcsolatos ismeretek.

A hegesztő anyagokkal kapcsolatos követelmények ismerete:

- a megfelelőség,
- szállítási feltételek,
- a minőségi tanúsítványok,
- a hegesztőanyagok tárolása és kezelése.

Az anyagokkal kapcsolatos követelmények ismerete:

- a minőségi tanúsítványok,
- az anyagok tárolása, kezelése és nyomonkövethetősége.

A hegesztést megelőző ellenőrzésekkel és vizsgálatokkal kapcsolatos követelmények ismerete:

- a hegesztők és gépkezelők tanúsítványainak érvényessége és megfelelősége,
- a hegesztési technológia minősítésének érvényessége és megfelelősége,
- alapanyag azonosítása,
- a hegesztőanyagok azonosítása,
- élkialakítás és illesztés,
- összeállítás, fűzés,
- vetemedés csökkentését célzó intézkedések,
- kedvezőtlen környezeti hatások csökkentését célzó intézkedések.

A hegesztés során végzett ellenőrzésekkel és vizsgálatokkal kapcsolatos követelmények ismerete:

- a hegesztési paraméterek (áram, feszültség, polaritás, hegesztési sebesség),
- előmelegítés és a sorok közötti hőmérséklet,
- a sorok és a rétegek geometriája és tisztítása,
- gyökvédelem,
- hegesztési sorrend,
- hegesztőanyagok kezelése,
- vetemedések és méretek ellenőrzése.

A hegesztést követően végzett ellenőrzésekkel és vizsgálatokkal kapcsolatos követelmények ismerete:

- Szemrevételezés
- Roncsolásmentes vizsgálatok
- Roncsolásos vizsgálatok
- Szerkezeti méretek ellenőrzése

Utókezelésekkel (hőkezelés) kapcsolatos követelmények ismerete.

Meg nem engedhető eltérések kezelésével és a javításokkal kapcsolatos követelmények ismerete.

A vizsgáló-, mérő- és ellenőrző eszközök kalibrálásával és hitelesítésével kapcsolatos követelmények ismerete.

Az azonosítással és nyomonkövethetőséggel kapcsolatos követelmények ismerete.

- gyártási terv,
- gyártmánykísérő lap,
- varrat azonosítás,
- roncsolásmentes vizsgálatok és a vizsgáló személy,
- hegesztőanyag
- alapanyag,
- javítások,
- időszakos elemek,
- hegesztő készülékek,
- hegesztő személyzet,
- minősített hegesztési technológiák.

A minőség nyilatkozattal kapcsolatos követelmények ismerete.

A hegesztés területén is folyamatos a műszaki fejlesztés. Újabb hegesztő eljárások, új alapanyagok és hegesztőanyagok jelennek meg a piacon. Változnak a szabványok és a műszaki előírások is. Egyre nagyobb figyelem fordítódik a munkások- és a környezet védelmére. Ezek a fejlesztések egyben igénylik a hegesztő szak személyzet szakadatlan önképzését továbbképzését és a szakirodalom tanulmányozását.

Az ismeretek folyamatos fejlesztését továbbképzéseken, szemináriumokon, konferenciákon való részvétellel/szerrepléssel lehet igazolni.

Az IIW szerinti személyzet tanúsítás folyamata

A jelölt felkészültségének és szakértelmének az IIW szerinti tanúsítását kérelmeznie kell az Akkreditált Nemzeti Bizottságtól (ANB). A kérelmet egy erre rendszeresített nyomtatványon kell benyújtania. A nyomtatvány a jelölt személyi adatain kívül mindazon területekre vonatkozóan tartalmaz kérdéseket, amely a 2. pontban ismertetett elméleti tudás, szakmai gyakorlat és az ismeret megújítás megítéléséhez szükséges. A kérelemhez csatolni kell mindazon dokumentum másolatát, amellyel a jelölt igazolja a nyomtatványon szereplő állításait. Számos olyan tevékenységről is nyilatkozni kell, amely dokumentumokkal nem támasztható alá. Ilyen például a gyakorlati tapasztalat. Ezek igazolására vagy a munkáltató vagy az üzemalkalmasság tanúsítását végző tanúsító jogosult.

A kérelem az ANB keretében működő Értékelő Bizottsághoz kerül.

Az Értékelő Bizottság áttekinti a beérkezett írásos anyagokat, és ha szükségesnek ítéli egy személyes meghallgatásra hívja a jelöltet, majd javaslatot készít az ANB számára. Az ANB az előterjesztést megvitatva dönt. Kedvező döntés esetén az ANB kibocsátja a nemzetközileg egységes formátumú tanúsítványt.

A tanúsítvány három évig érvényes, és ha a jelölt meg kívánja hosszabbítani, a lejárát előtt legalább fél évvel ezt kérelmeznie kell egy erre rendszeresített nyomtatványon. Az újratanúsítás során az eljárás azonos a korábban leírtakhoz.

Az IIW szerinti személyzet tanúsítás hazai bevezetése

Több európai ország után hazánkban is célszerűnek látszik az IIW szerinti személyzet tanúsítási rendszer bevezetése, segítve ezzel is a hazai szakemberek nemzetközi szerepvállalását. Ehhez a magyar ANB-nek nemcsak be kell építenie a működési rendszerébe, de ki kell dolgozni azt az objektív pontozási rendszert is, amely a szakmai gyakorlat és az ismeretek folyamatos fejlesztésének megítéléséhez szükséges.

Az Európai Közösség Leonardo da Vinci (LdV) projekt támogatásával az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) szervezésében létrejött konzorcium **WELDSPREAD** programjának egyik célja a hegesztő szak személyzet tanúsítási rendszerének elterjesztése.

Mint arról korábbi lapszámunkban már beszámoltunk,

a projekt keretében feladatunk:

- Az EWF személyzet-képzési-, minősítési- és tanúsítási rendszerének fejlesztése és értelmezésének segítése.
- Az EWF keretében folyó, harmonizált képzések bevezetésének segítése Görögországban és Litvániában.
- Részvétel a személyzet tanúsítás szabályzatainak és a bevezetését segítő dokumentumainak kidolgozásában.
- Az egyik munkacsoport vezetése.
- Az EWF keretében folyó képzések hazai propagálása.
- Az EWF keretében folyó képzések hazai tapasztalatainak összegyűjtése és ismertetése a közös megbeszéléseken.
- Az EWF tevékenységének, a WELDSPREAD keretében folyó munka ismertetése publikációk, előadások, bemutatások alkalmával.

*Dr. Komócsin Mihály, Miskolci Egyetem

Egyedi gépektől a csarnok elszívásig tervezéstől a kivitelezésig számos referenciával



KEMPER
gurítható elszívó- és szűrőkészülék

Változó hegesztőmunkahelyeken használhatók ipari körülmények között. Számos változatuk és sokféle tartozékuk rugalmasan alkalmazhatóvá teszi őket.

KEMPER
fali rögzítésű
elszívó- és szűrőkészülék

A helyhez kötött hegesztési füstszűrőket a telepített hegesztőmunkahelyekhez, hegesztőfülkékhez fejlesztették ki. A füstszűrők helytakarékos módon falra, pillérre vagy szabadon álló oszlopra rögzíthetők.

KEMPER
munkavédelem

Az egészségünk a legfontosabb értékünk. A KEMPER a hegesztővédelméhez sokféle terméket kínál például **autodark®** hegesztőpajzsok, **autoflow®** légzésvédelmi rendszerek, valamint védőfalakat és függönyöket.

Dr. Palotás Béla* – Bíró Tamás** – Geszti Sándor***

Portöltetű huzalos védőgázos ívhegesztés alkalmazása az acélszerkezeti gyártásban

A portöltetű huzalos fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés, annak ellenére, hogy nem új hegesztési eljárás, napjainkban vált „sláger eljárássá” az acélszerkezeti gyártásban, és alkalmazása egyre jobban terjed az iparban. Az eljárás széleskörű elterjedése várható hazánkban is az acélszerkezeti gyártásban. Ezen a területen az eljárásról azonban nincs elég gyakorlati tapasztalat, ezt az is bizonyítja, hogy nagyon kevés hegesztő minősítést adtak ki az illetékes szervezetek ötvözetlen illetve gyengén ötvözött acélok porbeles huzalos, védőgázos ívhegesztésére. A Szerzők külföldön szerzett acélszerkezeti gyártási tapasztalataikat foglalják össze a cikkben, ezzel is segítve az eljárás hazai elterjedését ezen a területen is.

A portöltetű huzalos ívhegesztés (gyakran porbeles huzalos hegesztésnek nevezik) a fogyóelektródás ívhegesztések egyik változata. Az eljárásnak két alkalmazása ismert,

- az önvédő portöltetű huzalos ívhegesztés (114 számjelű eljárás) és
- az aktív védőgázos portöltetű huzalos ívhegesztés (136 számjelű eljárás) [1].

Az önvédő portöltetű huzalos hegesztést főleg szabadtéren használják, amikor is a külső gázvédelem nehézséget jelentene, így a huzalelektroda maga biztosítja a védőgázt, különleges felépítésének köszönhetően. Ez dupla portöltetet jelent, a külső töltet védőgázt képez, míg a belső portöltet feladata a metallurgiai funkciók biztosítása [2].

A továbbiakban az aktív védőgázos változatot mutatjuk be, mivel ehhez kapcsolódik a szerzők gyakorlati tapasztalata is.

Ha az eljárást a jól ismert fogyóelektródás hegesztésekhez hasonlítjuk, például az aktív védőgázos ívhegesztésekhez, a különbség elsősorban a salakképződésben van. Ennél az eljárásnál olyan mennyiségű salak képződik ugyanis, hogy azt már el kell távolítani a varrat felületéről (1. ábra). Ez adja az eljárás fő előnyét (ami a jó metallurgiai szabályozhatóságban rejlik), de a hátrányát is egyben.

A huzalelektroda portöltete számos funkciót lát el, így:

- Metallurgiai funkciók:
 - Dezoxidálás,
 - Denitrálás,
 - Kéntelenítés,
 - Ötvözés,
- Ívstabilizálás,
- Salakképzés,
- Gázképzés,
- Leolvadási teljesítmény növelés.

A különböző alapanyagoknál várt tulajdonságok széles köre érhető el a var-

ratfémmeel, mivel a metallurgiai folyamatok jól szabályozhatók.

Az eljárás lehetővé teszi tetszőleges kémiai összetétel beállítását, így erősen ötvözött anyagok hegesztésére és felrakóhegesztésre is léteznek portöltetű huzalelektrodák.

- Az eljárás előnyei a következők [3]:
- Nagy leolvadási teljesítmény különösen pozícióhegesztéseknél (2. ábra),
- Alkalmazása kisebb szakmai tapasztalatot igényel, mint a hagyományos fogyóelektródás hegesztések (bár a saját tapasztalatunk ezzel ellentétes)
- Egyszerűbben és jobban alkalmazható adott feladatra, mint a fedett ív hegesztés,
- Mélyebb beolvadás érhető el, mint bevontelektródás kézi ívhegesztésnél,

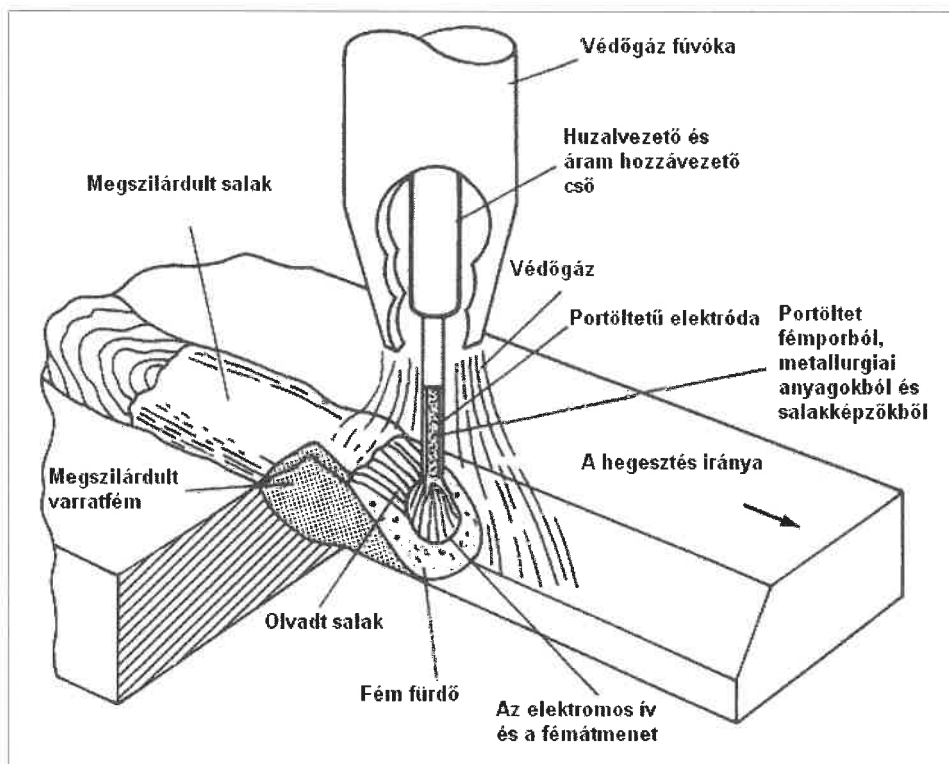
- A felületi szennyeződések, rozsdára és a felületi minőségre kevésbé érzékeny, mint más eljárás.

Mint minden eljárásnak, ennek is vannak hátrányai [3]:

- Mindenek előtt, a salak eltávolításának szükségessége,
- Több füst képződik, mint a többi fogyóelektródás hegesztésnél és a fedett ívű hegesztésnél, ezért külön elszívásra van szükség,
- A berendezése nehezebben telepíthető, mint egy bevontelektródás kézi ívhegesztés berendezése.

Az eljárást napjainkban, széles körben alkalmazzák:

- Ötvözetlen-, gyengén- és erősen ötvözött- illetve nagyszilárdságú acélok hegesztésére,
- Felrakóhegesztési feladatokra, hazánkban több évtizedes tapasztalat halmozódott fel ezen a területen,
- Nikkel és ötvözetű hegesztésére,
- Az ipar minden területén, például
 - Nyomástartó edények gyártására,
 - Csővezetékek hegesztésére,
 - Könnyű- és nehézipari berendezések gyártására,
 - Energetika területén.



1. ábra. A védőgázos portöltetű huzalos ívhegesztés hegesztési folyamatának vázlata [3]

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

- A portöltetű huzalt használják más hegesztési eljárásnál is, pl.
 - Fedett ívű hegesztésnél,
 - Keskenyrés hegesztésnél,
 - Elektrogáz hegesztésnél.

Hegesztőanyagok

A legtöbb anyag hegesztésére gyártanak portöltetű huzalelektrodát. Néhány jellegzetes összetételre illetve jelölésre mutat példát az 1. táblázat.

A jelölésben látszik, hogy néhány védőgáz alkalmazását is fel kell tételeznünk. Az adott védőgáz esetén érjük el a szabványos jelből kiolvasható és a táblázatból értelmezhető mechanikai tulajdonságokat. A védőgáz általában aktív védőgáz, a legtöbbször használt gázok a következők:

- Az EN439 szerint:
 - ~ 100 % CO₂ jele: C1
 - Ar 82 % + 18 % CO₂ jele: M21
 - Ar 98 % + 2 % O₂ jele: M13
 - Argon 4.6 (99,996 %) : I1.

A szabványos jelben a T a portöltetű huzal jele, az EN 758 és az EN 12535 szerint huzaloknál a következő két karakter a folyáshatár egytizede MPa-ban, az utána következő szám az átmeneti hőmérsékletet jelzi (pl. 3 jelenti a -30 °C-on szavatolt ütőmunkát). A továbbiakban a kémiai összetételre, a portöltet jellegére és az ajánlott védőgázra illetve az oldott hidrogén tartalomra utaló jel következik. A melegszilárd és az erősen ötvözött acéloknál a T után a kémiai összetételre utaló jeleket látjuk, a további jelek azonosak az ötvözetlen és mikroötvözött acélokhoz alkalmazott jelekkel.

A hegesztési paraméterek kiválasztása

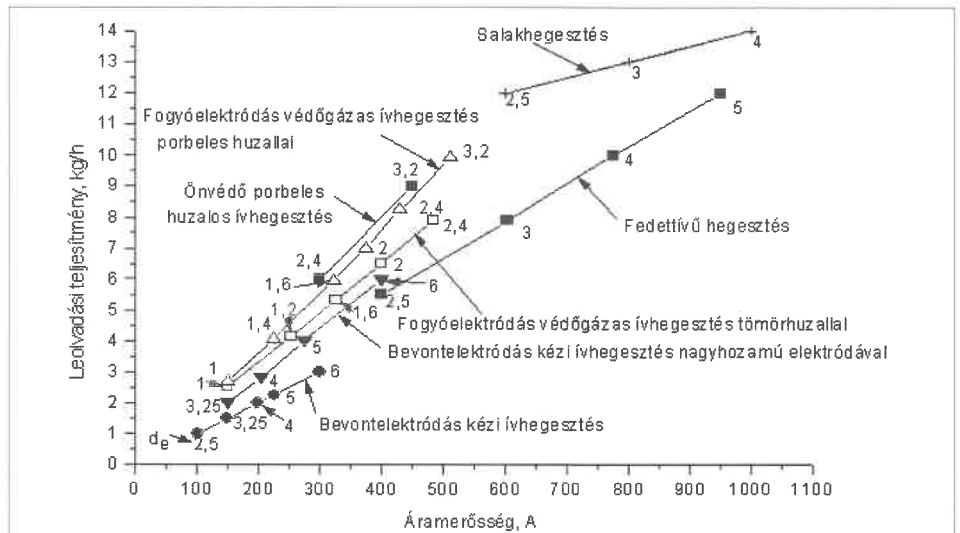
A hegesztési paraméterek kiválasztásánál abból kell kiindulni, milyen anyag-

átmenetet szeretnénk elérni. Az anyagátmenet különböző típusai a 3. ábrán láthatók [4].

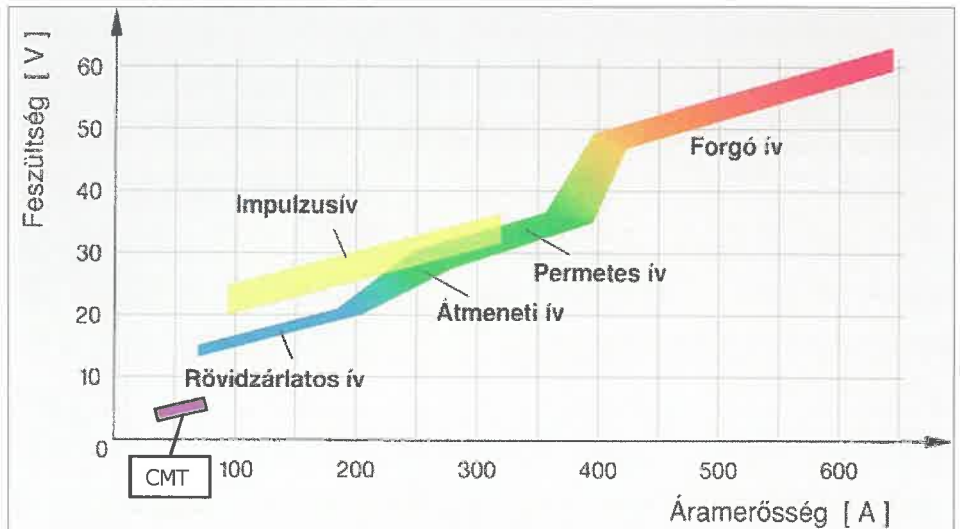
Portöltetű huzalos ívhegesztésnél a rövidzárlatos-, az átmeneti- és a permetes anyagátmenetnek van alkalmazási lehetősége.

A rövidzárlatos anyagátmenetet gyökhegesztésnél és pozícióhegesztés-

nél kell alkalmazni, míg a permetes ív csak vízszintes vagy vályú helyzetben használható. Az átmeneti tartománnyal sokszor találkozunk a gyakorlatban, de ebben a tartományban jelentősen csökken az ívstabilitás így, célszerű elkerülni. A forgó íves, illetve impulzus íves alkalmazásról Szerzőknek nincs tudomásuk ennél az eljárásnál.



2. ábra. Különböző hegesztési eljárások leolvadási teljesítménye



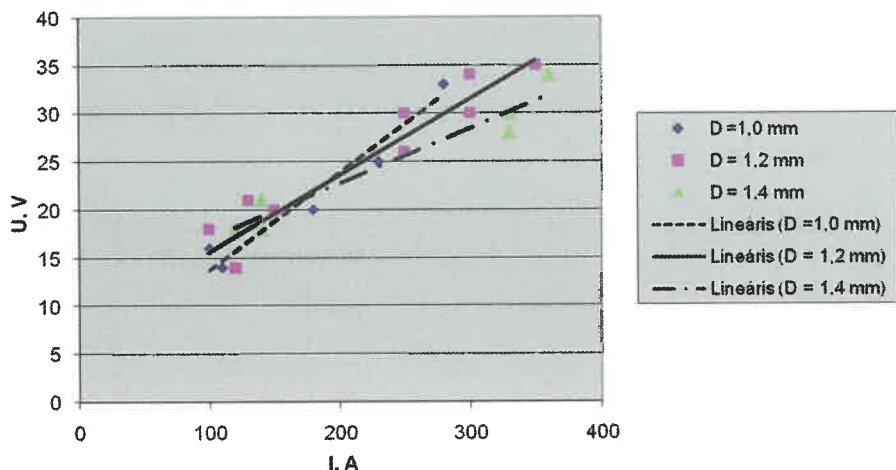
3. ábra. Cseppátmenet típusai fogyóelektrodás ívhegesztéseknél (CMT: Cold Metal Transfer = Hideg anyagátmenet, (a szerzők kiegészítése, csak nagyságrendi ábrázolás))

Szabványszám	Jelölés	Jellemzők	Alkalmazás
MSZ EN 758	T 46 3 1Ni B M21 H5	Kis [H] tartalom - 30 °C-on is szívós	Alacsony üzemi hőmérsékleten is
	T 46 2 P M21 H10	82 % Ar + 18 % CO ₂ védőgáz	Általánosan használt huzalelektroda
EN 12535	T 55 5 Mn1,5Ni B M21 H5 T	Kis [H] tartalom - 50 °C-on is szívós	Nagyszilárdságú acélok hegesztésére
EN 12071	T CrMo1 B M21 H5	Cr – Mo ötvözésű acélokhoz	Melegszilárd acélok hegesztésére
EN 12073	T 19 12 3L R M2	Kis C tartalmú 18/12/3-as acélokhoz	Korrózióálló acélok hegesztésére

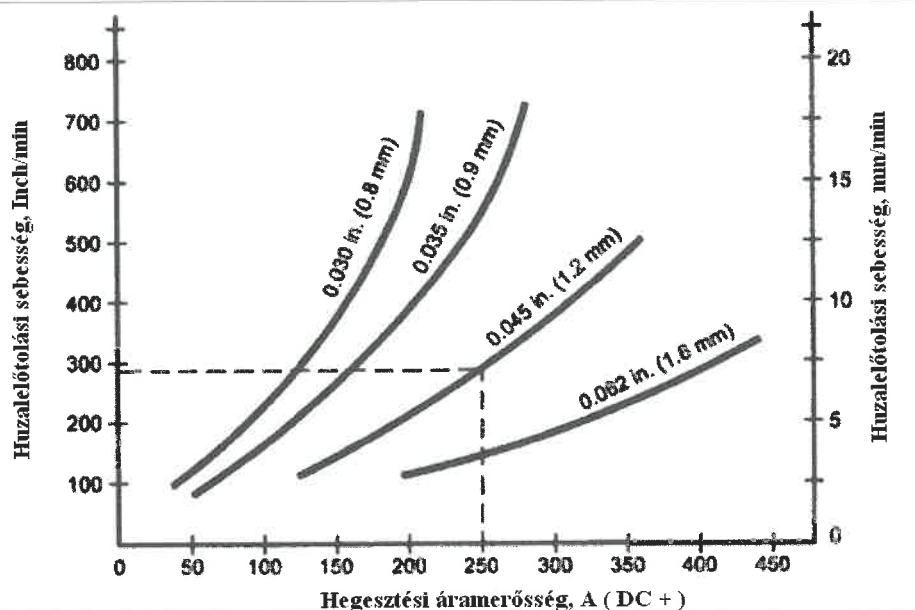
1. táblázat

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

Hegesztési paraméterek összefüggése



4. ábra. Az áramerősség és az ívfeszültség összefüggése hegeszthető acélok portöltetű huzalos ívhegesztésénél (Hegesztőanyag gyártók ajánlása)



5. ábra. Az áramerősség és a huzal-előtolási sebesség összefüggése (Tömör huzalokra)

Hegesztőanyag gyártók ajánlái alapján készítettük a 4. ábrát. A 3. ábrával összhangban, kb. 200 A áramerősséggel az anyagátmenet rövidzáratos, és kb. 250 A áramerősséggel felett érhető el a peremes (szórt) anyagátmenet.

Ahogy általában fogyóelektródás hegesztéseknél, ennél az eljárásnál is a huzal-előtolási sebesség határozza meg elsősorban az áramerősséget. Tehát a huzal-előtolási sebesség és az áramerősség kapcsolatának ismerete sokat segít a hegesztési paraméterek kiválasztásában.

A 5. ábra mutatja az áramerősség és a huzal-előtolási sebesség kapcsolatát, [5] javaslatát figyelembe véve (az ábra tömörhuzalra és keverék gázra (82% Ar és 18% CO₂ vonatkozik, így csak kiindulásul használható).

Igazán jól azok az ábrák alkalmazhatók a gyakorlatban, amelyeket adott feltételekkel, méréssel vettek fel. Egy ilyen ábrát mutatunk be a 6. ábrán. Az ábra T 46 2 P M21 H10 jelű, Ø1,2 mm-es huzalelektrodával 82/18-as Ar/CO₂ keverék gázzal végzett hegesztések alapján készült, statisztikai elemzés alapján. Az ábra azt bizonyítja, hogy az előtolási sebesség és áramerősség értékek természetesen nem egyeztek a tömörhuzalra vonatkozó szakirodalmi ajánlással, míg a gyártók ívhegesztési és áramerősségre vonatkozó javaslatával a mérési eredmények jó egyezést mutattak. A tömörhuzalra ajánlott paraméterektől való eltérés indokolható azzal, hogy a portöltetű huzalnak az egyenértékű fémes keresztmetszete kisebb, mint a tömörhuzalnak, így ugyanolyan leolvadási teljesítményhez több huzalt kell előtolni.

Hegesztési helyzet	Kötés típus	Falvastagság, mm	Huzal átmérő, d _e , mm	Áramerősség, I _{iv} , A	Ívfeszültség, U _{iv} , V	Huzal előtolási sebesség, v _e , m/min
Vízszintes, fekvő és álló helyzet (PA, PB)	Átlapoló kötés - I varrat	1,5 – 4	1,0	100 – 160	15 – 23	8,0 – 15,0
	I – kötés	3 – 5	1,2	150 – 180	19 – 24	5,0 – 6,5
	V-varrat, gyök	5 – 15	1,2	120 – 150	18 – 20	4,5 – 5,0
	V-varrat töltés, takarás	5 – 15	1,2	250 – 270	29 – 31	10 – 11
	V-varrat töltés, takarás	10 – 20	1,6	200 – 350	25 – 33	4,5 – 9,5
	Sarokvarrat	1,5 – 5	1,0	100 – 160	15 – 23	8,0 – 15,0
	Sarokvarrat	3 – 7	1,2	150 – 220	19 – 27	4,5 – 10,0
	Sarokvarrat	7 – 15	1,2	200 – 280	29 – 31	10 – 11
	Sarokvarrat	8 – 20	1,6	200 – 350	23 – 28	7 – 9,5

2. táblázat. Az ívhossz max. 3 mm 1,0 mm átmérőjű huzalra, és 5 mm 1,2 mm átmérőjű huzalra.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

Hegesztési paraméter ajánlások

A hegesztési paraméterajánlások a helyes paraméter kiválasztásoknál irányadó értékeket adnak. Ilyen javaslatot mutat a 2. táblázat, vízszintes és fekvő helyzetű varratokra [6] javaslatát figyelembe véve.

Pozícióhegesztésre ajánlott paraméterek láthatók a 3. táblázatban, a táblázatot gyakorlati tapasztalataink alapján állítottuk össze, hegeszthető szerkezeti acélokat figyelembe véve.

Az eljárás gyakorlati alkalmazásának tapasztalatai

Napjainkban egyre szélesebb körben elterjedt a portöltésű huzalos védőgázos hegesztés, amelynek a sok előnyös tulajdonsága mellett mint láttuk hátrányai is vannak. Jelen fejezet célja az, hogy nagyméretű ötvözetlen szénacélból készült acélszerkezet hegesztése során gyűjtött tapasztalatokat összefoglalja, és ez alapján ajánlásokat tegyen ezen eljárás alkalmazására. Célunk nem csak a hegesztőszakemberek, hanem a tervezőmérnökök munkájának segítése is.

A hegesztési eljárás kiválasztásának főbb szempontjai a következők (a teljesség igénye nélkül):

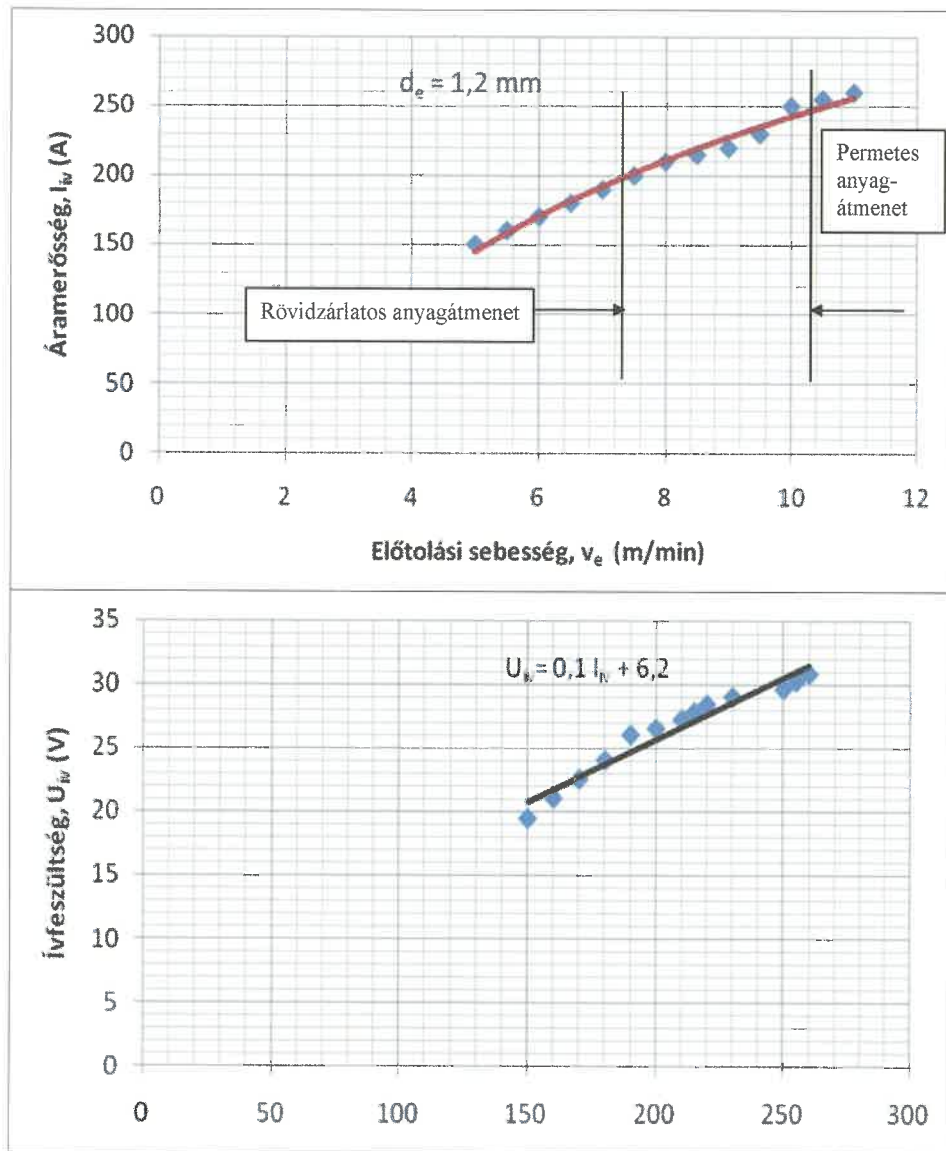
1. Előírt minőségi követelményszint teljesítése.
2. Kivitelezhetőség (konstrukció).
3. Emberi erőforrás szükséglet.
4. Technikai szükséglet (berendezések, eszközök).
5. Termelékenység.
6. Gazdaságosság.

1. Minőségi követelmények tekintetében a nagyobb igénybevételű illetve nagyobb fontosságú varratok esetén az EN5817 szabvány „B” kategóriája sze-

rinti eltéréseket szokás megengedni. Alárendeltebb varratok esetén a megengedett eltérések „C” esetleg a „D” fokozatúak. A 136-os eljárás megfelelő hegesztőanyaggal alkalmas a szigorúbb minőségi követelmények teljesí-

tésére is, tehát ha egy szerkezet esetén a magas minőségi követelmények az elsődlegesek, akkor célszerű lehet a 136 eljárás alkalmazása.

2. Konstruktív elemzés során elsődleges szempont hogy a varratok megfelelően



6. ábra. A huzal-előtolási sebesség és az áramerősség illetve ívfeszültség összefüggése (T 46 2 P M21 H10 jelű, $\varnothing 1,2$ mm-es huzalelektroda 82/18 -as Ar/CO₂ keverék gázzal)

Optimális paraméterek 1,2 mm átmérőjű huzalelektrodára

Hegesztési helyzet	Varrat, kötés típus	Áramerősség, I_w , A	Ívfeszültség, U_w , V	Huzal előtolási-sebesség, v_e , m/min
Függőlegesen fel (PF)	V-varrat, gyöksor	150 – 160	19 – 22	5,0 – 5,5
	V-varrat, töltő és takaró sorok	160 – 180	22 – 24	6,0 – 6,5
	Sarokvarrat	150 – 180	19 – 24	5,0 – 6,5
Fejfeletti helyzet, (PE, PD)	V-varrat, gyöksor	120 – 150	18 – 20	4,5 – 5,0
	V-varrat, töltő és takaró sorok	150 – 170	19 – 23	6,5 – 7,5
	Sarokvarrat	150 – 180	19 – 24	6,5 – 7,5
Fekvő helyzet (PA)	V-varrat, gyöksor	140 – 150	18 – 19	5,0 – 5,5
	V-varrat, töltő és takaró sorok	250 – 270	29 – 31	10 – 11

3. táblázat Az ívhossz max. 3 mm 1,2 mm átmérőjű huzalra, pozíció hegesztés esetén

megközelíthetőek legyenek a hegesztőpisztollyal, hegesztőgéppel. Természetesen a megközelíthetőség szempontjából a 135 ill. a 136 eljárások egyenrangúak. Viszont szűk helyek esetén a 136 eljárás alkalmazása során keletkező jelentős mennyiségű füst elszívása jelenthet gondot. Továbbá ha több hegesztő dolgozik egyszerre az adott szerkezeten, problémát jelent (biztonságtechnikai szempontból is) a hegesztőgépek, előtoló berendezések, gázpalackok, illetve az egyéb kéziszerszámok vezetékeinek biztonságos elhelyezése, illetve az egyes munkahe-lyek megfelelő elkerítése sötétítő függönyökkel. Hegesztési pozíciók tekintetében a 136-os eljárás kitűnően alkalmazható a kényszerhelyzetnek számító PE, ill. PD pozíciók esetén is. Azonban gondot jelenthet, hogy az említett pozíciók esetén a visszahulló salak eltömheti a gázfúvókát, sőt adott esetben még a védőkesztyűt is átégetheti.

3. Az emberi erőforrások, azaz a hegesztők tekintetében érdekes a helyzet. A tapasztalat azt mutatja, hogy azok a hegesztők, akik a 135-ös eljárából jelentős tapasztalattal rendelkeznek, számos nehézségekkel néznek szemben a 136-os eljárás tekintetében. Általában hegfürdő megfelelő kezelése jelent problémát, illetve többnyire gyökhegesztésnél szokott problémát okozni, hogy a bevitt hő átégeti az alanyanyagot. Vízszintes pozícióban jelentősen növelhető a termelékenység akár 350÷400A hegesztőáram is alkalmazható (1,2 mm hegesztőhuzallal), viszont ez már akkora hőterhelést jelent a hegesztőre nézve, hogy akár egy „hagyományos” hegesztő védőfelszerelés károsodást szenvedhet. Vagyis adott esetben a termelékenység növelésének a hegesztőszemélyzet túlzott igénybevétele szab határt, holott még az eljárás lehetővé tenné nagyobb leolvadási teljesítményt is.

4. A 136-os eljárás gyakorlatilag ugyanazt a technikai felszereltséget igényli mint a 135-ös eljárás, kiegészítve a salak eltávolításához szükséges eszközökkel. Viszont a nagymértékű füstképződés miatt, mindenképpen ajánlott elszívó berendezés használata. A mai modern szinergikus vezérlésű inverteres hegesztőgépek többnyire már tartalmaznak a portöltésű huzalokhoz is szinergikus programokat. A hagyományos pl. fokozatkapcsolós gépek esetén gondot jelenthet a megfelelő hegesztési paraméterek beállítása. Ehhez szeretnének kis segítséget nyújtani a

szerzők jelen tanulmány mérési adatainak közzétételével.

5. A portöltésű huzalos védőgáz as ívhegesztés termelékenység tekintetében a hagyományos tömörhuzalos fogyóelektrodás ívhegesztés és a fedett ívű hegesztés között helyezkedik el. Ahogy az már az előzőekben elhangzott, a 136-os eljárás termelékenységének általában a hegesztő személyzet nagymértékű hő- és füstterhelése szab határt. Gépesített változatban valószínűleg jobban ki lehetne aknázni az eljárásban rejlő lehetőségeket.

6. Gazdaságossági számítás során a következő szempontokat célszerű megfontolni:

– A portöltésű huzalelektroda ára magasabb a tömör huzalelektrodánál.

– Figyelembe véve a jelenlegi jól képzett, tapasztalt hegesztőszemélyzet hiányát, komoly gondot jelenthet megfelelő számú hegesztő toborzása, vagyis áttelesen ez a tény is többletköltséget jelent.

– Erősebben ötvözött esetleg nagyobb falvastagságú acélszerkezetek esetén ki lehet váltani egy drágább, ill. egy kevésbé termelékeny eljárást.

– A portöltetek sokfélesége miatt egyre szélesebb körben alkalmazhatók a portöltésű huzalok. Többek között pozícióhegesztésre, ill. kényszerhelyzetben végzett hegesztésre bizonyos portöltésű huzalok jobban alkalmazhatók a tömör huzaloknál.

– A keletkező salak eltávolítása plusz időt jelent.

Véleményünk, és tapasztalataink szerint a portöltésű huzalok alkalmazása olyan esetekben célszerű, ahol a termelékenység növelése jelentős költségmegtakarítást jelent, illetve a gyártásnak a hegesztés a szűk keresztmetszete. Továbbá viszonylag kevés hegesztőre van szükség, így az esetlegesen magasabb képzési, illetve bérköltség nem jelentős tényező az összköltségben. Vagyis kisebb falvastagságú, kisméretű ötvözetlen acélból készült acélszerkezeteknél, ahol a nagy leolvadási teljesítmény nem használható ki, akkor a fent részletezett okokból nem feltétlenül célszerű a portöltésű huzalos eljárást választani.

Összefoglalás

A portöltetű huzalos védőgáz as ívhegesztés alkalmazása egyre terjed az ipari gyakorlatban az acélszerkezeti gyártás

területén is, így elterjedése hazánkban is várható.

Az eljárás széles körben alkalmazható az alapanyagokat, illetve az iparágakat tekintve. A kívánt varratulajdonságok lényegében korlátozás nélkül elérhetők, a jól szabályozható metallurgiai folyamatoknak köszönhetően.

A portöltetű huzalos ívhegesztés paraméterei azonosak a tömörhuzalos eljárásoknál ismertekkel, a huzal előtolási-sebesség határozza meg az áramerősséget ennél az eljárásnál is.

A bemutatott hegesztési paraméter összefüggések és ajánlott paraméterek az eljárás alkalmazásának kiindulása lehet, de természetesen az ajánlott paramétereket kísérleti hegesztésekkel kell ellenőrizni.

A portöltetű huzalos ívhegesztésnek van a legnagyobb leolvadási teljesítménye a fogyóelektrodás védőgáz as hegesztések közül, így alkalmazása a nagyobb falvastagságú acélszerkezeti tömeggyártásban célszerű.

Felhasznált irodalom:

- [1] Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv. Szerk. Szunyogh L. = 3.1. Palotás B.: Hegesztési eljárások rendszerezése, fajtái, jellemzői,
- [2] Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv. Szerk. Szunyogh L. = 3.2.2.3. Palotás B.: Porbeles huzalelektrodás önvédő hegesztés, Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007. p.: 147 - 148
- [3] Welding, Brazing and Soldering, ASM Handbook Volume 6. ASM International, 1992-93.
- [4] Gyura László: „Ívkivetítő-berendezés” a védőgáz as fogyóelektrodás hegesztések folyamatának tanulmányozására, Hegesztéstechnika, IX. évf. 1998/2. p.: 21 – 25.
- [5] Von William L. Galvery, Frank M. Marlow: Welding Essentials: Questions & Answers, Google Buchsuhe, www.google.com

**Dr. Palotás Béla,
BME, Anyagtudomány és Technológia
Tanszék*

***Bíró Tamás,
TÜV Rheinland Group, Műszaki Biztonsági
Vizsgáló és Tanúsító Intézet Kft.*

****Gesztli Sándor,
TÜV Rheinland InterCert Kft*

Nagy

Nagy teljesítmény
profiknak
hihetetlen
jó áron!



MIG/MAG
Powertec 500S + LF 24 Pro

Ár: 659.000,- Ft.
+ ÁFA*

- Áramforrás, 500A@40% - 400A@60% b.i.
- Vízhűtő
- Tolókocsi
- 5 m. összekötőkábel, test kábel, pisztoly
- 3 év garancia
- Szinergikus huzalelőtoló



További részletek forgalmazóinknál
(Fema Kft., Rév és Társai Kft., Cooptim Kft.)
ill. a www.lincolnelectric.hu honlapon

LINCOLN
ELECTRIC

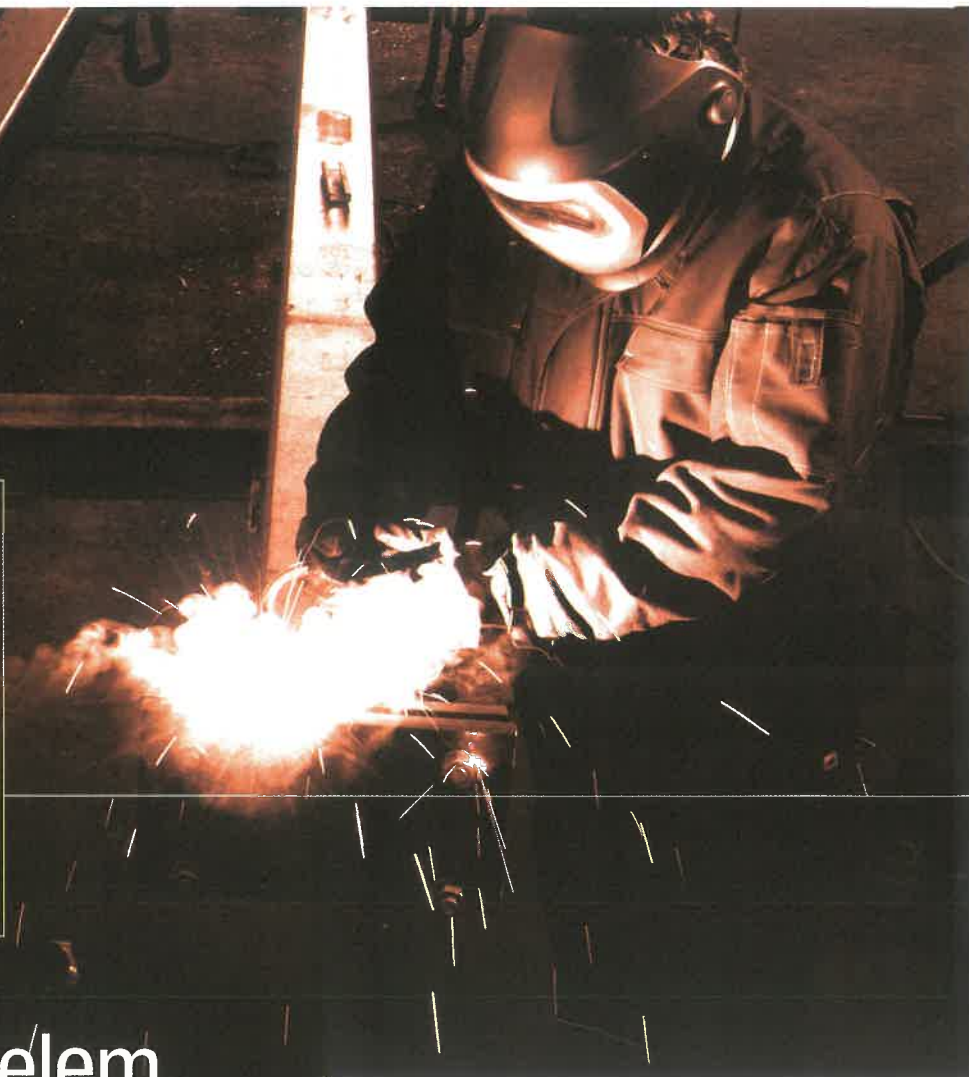
A HEGESZTÉS SZAKÉRTŐJE

www.airliquide.hu



Az ipari gázok szállítója

 **Speedglas™**



Optimális kényelem, megbízható védelem

3M™ Speedglas™ 9100 hegesztőpajzsok

A megnövelt kényelmi funkciók és beállítási lehetőségek biztosítják az új 3M™ Speedglas™ 9100 hegesztőpajzsok kiváló teljesítményét.

A különböző fejformákhoz kiválóan illeszkedő, szabadalommal védett fejpánt-szerkezet elkerüli a fej érzékeny részeit, így a pajzs viselése könnyebbé, kényelmesebbé válik.

Kiváló optikai minőség és sokoldalú (3, 5, 8, 9-13) sötétedési fokozat beállítási lehetőség jellemzi az új hegesztőkazettát. Számos beállítási lehetőség és extra nagy (73x107mm) látómező segíti a pontosabb munkavégzést. A pajzs megnövelt takarófelülete védi a fület és a nyakat is.

Speedglas 9100 hegesztőpajzs...
...és még számos további előny a professzionális hegesztők számára.

Amennyiben bővebb információra van szüksége az új Speedglas 9100 pajzsokkal kapcsolatban, kérjük, vegye fel velünk a kapcsolatot!

3M

3M Hungária Kft.
Munka- és környezetvédelmi üzletág
1138 Budapest, Váci út 140
Tel.: (1) 270-7713
Fax: (1) 320-0951
www.3m.hu/munkabiztonsag

Dr. Kasik Zoltán*

Az Égáz-Dégáz Zrt. első generációs fektetésű polietilén csöveinek hegesztési kompatibilitás vizsgálata

Az energiapiac helyzete ma Magyarországon rendkívül bizonytalan, igaz ez elmondható az egész világról is. Alapvető probléma, hogy a készletek folyamatosan csökkennek, a kitermelés költségei emelkednek, ami természetesen magával hozza az energia árak növekedését.

A magyarországi földgázpiacot vizsgálva még rosszabb helyzetet vélhetünk felfedezni. A szükségletünk mindössze néhány százalékát tudjuk hazai kitermeléssel fedezni, amiből következően jelentős importra szorulunk. Az ország függősége rendkívül nagy, és ami ezt a helyzetet még súlyosbítja, az a behozatal egyoldalúsága, mivel jelen pillanatban Oroszország látja el az egész magyar piacot.

Az Égáz-Dégáz Zrt. ebben a nehéz piaci helyzetben is az ellátás zavartalan, biztonságos fenntartására törekszik. Ez pedig elképzelhetetlen a vezetékhálózat folyamatos ellenőrzése, fejlesztése nélkül. A K+F tevékenység elkötelezett híveként 1995-ben az akkori Dégáz Rt. megalapította a Műanyagvizsgáló Laboratóriumát, mely azóta is folyamatosan támogatja a vállalat(csoport)ot a magas műszaki színvonal fenntartásában.

Az egyik legsarkalatosabb kérdés a biztonságos gázszolgáltatás ellátása érdekében a meghibásodások javítása, rekonstrukciók kivitelezése, melynek sikere szorosan összefüggésben van a vezetékeket összekötő hegesztési varratok minőségével.

Cikkemben egy több, mint 30 évvel ezelőtt lefektetett polietilén cső és egy napjainkban gyártott új PE100 alapanyagú cső hegesztési kompatibilitásával foglalkozom.

Az első PE alapanyagú gázvezetékek Magyarországon

A PE-nek a gáziparban való megjelenésekor Magyarországon a Hostalen GM5010 T elnevezésű anyag volt az első, melyből vezetéket építettek, majd következett a Marlex 418, Finaten 3802, Hostalen GM5010 2T, Panlex valamint a Borealis. 1972-ben megépült a PEMŰ (Pest Megyei Műanyag Gyár), az ország első műanyagcső gyártója, ahol a külföldről behozott GM5010 T alapanyagból gyártottak [1].

Az 1970-es években kitört „vezeték-építési láz” a sok és különböző országból származó, de különböző minőségű alapanyag mára számos kérdést vet fel. A minőség-ellenőrzés még csak a szárnyait bontogatta, amikor már tucatjával épültek az új típusú gázvezetékek főleg az állami tulajdonban lévő gázipari vállalatoknál. Ma már elenyészően kis mértékben van jelen az új vezetékek létesítése a szolgáltatók életében, nem kivétel ez alól a megállapítás alól az Égáz-Dégáz Zrt. sem. Jórészt vezetékrekonstrukciók, illetve meghibásodások elhárítása folyik a szolgáltatói területen. Azonban akár új vezetékek építéséről, akár már meglévő javításáról van is szó, a kötések kialakításának és minőségének

rendkívül nagy jelentősége van e munkálatok során.

Egy nagyon fontos dologról csak elvéve lehet hallani az azonos típusú műanyagok hegesztésével kapcsolatban. Ez nem más, mint a hegesztési kompatibilitás. Gyakorlatilag a különböző polietilének összeférhetőségét jelenti. Megeshet, hogy egy 1977 körül gyártott gázvezeték meghibásodása esetén, ha azt 2008-ban kapható csövek hegesztésével javítjuk, akkor egy olyan varratot kapunk, melynek megfelelősége, szilárdsága megkérdőjelezhető.

A PE alapanyagok technológiai fejlődése

Alapvető különbségeket lehet felfedezni az 1970-es években gyártott és a jelenleg forgalomba lévő műanyag csövek között. A különbség két fontos tényezőre vezethető vissza, melyek közül az egyik a gyártástechnológia fejlődése (gépek, berendezések), a másik pedig az alapanyagok módosulása.

Megkülönböztethetünk első-, második- és harmadgenerációs anyagokat, melyek fizikai, mechanikai tulajdonságaik jelentősen eltérnek egymástól. Napjainkban számos olyan keverék fellelhető

a piacon, melyek már teljesítik az MRS 10 osztálybasorolási követelményeket. A harmadik generációs megnevezés azonban nem feltétlenül az MRS 10 tulajdonságra utal, hanem inkább arra a termelési folyamatra, mely két lépcsőben hozza létre a bimodális polimereket.

A termékek alkalmazott folyamatokat (pl.: extrudálás) és a végtermék tulajdonságait néhány összetett tulajdonság határozza meg:

- az olvadásponthoz tartozó átlagos molekulatömeg,
- a molekula tömegének eloszlása,
- a rövid elágazáshoz tartozó specifikus tömeg, mely a kristályosodott alakot meghatározza.

E tényezők fő hatása a következő:

- az átlagos molekulatömeg és a molekulatömeg eloszlása nagyban meghatározza a polimer reológiai tulajdonságait, azaz a polietilén viselkedését az extrudálás során,
- a molekula tömege és a rövid elágazás (természet, koncentráció és eloszlás) az anyag kristályosodott állapotát, s ebből következően a végtermék fizikai és mechanikai tulajdonságait határozza meg. E tényezők függnek a katalizátorra ható helyek természetétől, és a polimerizáció során előforduló különböző kémiai reakciók relatív kinetikájától.

Ezen megfontolások arra készítettek a gyártókat, hogy optimalizálják az elágazások fokát és módját. S valóban, a kristallitok nagyon jól rendezettek, és mechanikailag sokkal erősebbek (nagyobb szilárdságúak), mint a köztük lévő amorf részek. A lassú repedés-terjedéssel szembeni ellenállás nagyjából változatlan marad. Ez azt jelenti, hogy az anyag ellenállása a lassú repedés-terjedéssel szemben főleg attól függ, hogy az amorf zónában milyen gyorsan válnak szét a kötések.

A bimodális polimerek polimerizációja során nem minden kötésen jön létre rövid elágazás. A kötések erősebbé válnak, és ezáltal a termék tulajdonságai is előnyösebbek lesznek. Ilyen módon a komonomer koncentrációja rendkívüli módon megközelíti az optimumot. Az új eljárás fő előnye, hogy a folyamat által nyert specifikus tömeghez képest a komonomer szint megnövekszik. Azonos

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

specifikus tömeg mellett az ilyen polimerekben a komonomer koncentráció átlagban 40 %-al nagyobb, mint a klasszikus, nagy sűrűségű polimerek esetében [4].

Mindenesetre a megállapítható, hogy a mai alapanyagok szerkezete nem azonos a 70-es években gyártott polietilénekével.

Vizsgálati minták

A hegesztési kompatibilitás vizsgálatához olyan mintákra volt szükség, melyek mérete alkalmas a tompahegesztés technológiájának alkalmazására:

- 1977-ben gyártott (PEMÜ) és lefektetett 110 mm névleges külső átmérőjű, 10 mm falvastagságú (DN110 SDR11) PE gázcső,
- új, 2008. március 23-án gyártott 110 mm névleges külső átmérőjű, 10 mm falvastagságú (DN110 SDR11) PE100 gázcső.

Az olvadási tulajdonságok meghatározása

Az olvadási jellemzők meghatározásához egy Mettler DSC30 típusú differenciál pásztázó kalorimetriás készüléket használtam, TC15-ös vezérlőegységgel, StarE – windows alapú – kiértékelő szoftverrel. A

berendezés pontosság vizsgálatához indiumot ($T_{olv,elm} = 156,6\text{ °C}$) és ónt ($T_{olv,elm} = 231,9\text{ °C}$) alkalmaztam. A minták elkészítése Leica 1400 típusú mikrotommal, tömegük mérése pedig kalibrált Mettler AE200 elektronikus mérleggel történt. A vizsgálati közeg áramlását kalibrált, mágnes szelepes áramlásmérő szabályozta.

A kamrát 50 °C -ról 170 °C -ra fűtöttem fel 10 °C/min sebességgel, N_2 áramban. A minták tömege $5 \pm 1\text{ mg}$ volt.

A kalorimetriásan regisztrált olvadási görbék értékes, pontos információkat adnak a szerkezeti és termikus jellemzőkről, valamint az olvadási folyamat összetett jellegéről. Mivel a polimerek eltérő méretű és tökéletességű kristallitokat tartalmaznak (polikristályosság), ezért széles hőmérséklet intervallumban olvadnak. Esetemben a kísérleti olvadáspont (T_m) meghatározása a cél, mely a legmagasabb olvadáspontú kristallitok szétévesésének hőmérséklete. A kísérleti olvadáspont mindig kisebb az elméleti olvadáspontnál, ami a végtelen nagyméretű egykristályok olvadáspontja.

A 2. és 3. ábrák jól mutatják, hogy a két polimer olvadási profilja sem teljesen azonos. Az olvadási profilt befolyásolja a minta termikus és mechanikus előlete, valamint maga az olvadási folyamat. Ha csúcs kettőződés, vagy többszöröződés jelenik meg a folyamatban, akkor az különböző

szerkezeti okokra vagy folyamatokra vezethető vissza, melynek elemzésével jelen munkámban nem foglalkozom.

Már a 4. ábrából is jól látszanak az olvadási pontok differenciái anyagoként, de az adatok pontos megismeréséért érdemes számszerűsíteni a mért eredményeket.

A mért értékek (5. ábra) nem mutatnak nagy szórást, ebből következőleg az 5 darab mérésekből is megfelelő közelítést kapunk az olvadási pontokat illetően. Az átlagosan $2,7\text{ °C}$ -os kísérleti olvadási pont eltérés nem mondható jelentősnek, főleg ha arra gondolunk, hogy a hegesztési hőmérséklet ennél akár 100 °C -al is magasabb lehet.

Az olvadási jellemzők további vizsgálatához elengedhetetlen az olvadási hő (ΔH_f) meghatározása, melyet az olvadási görbék alatti területek adnak:

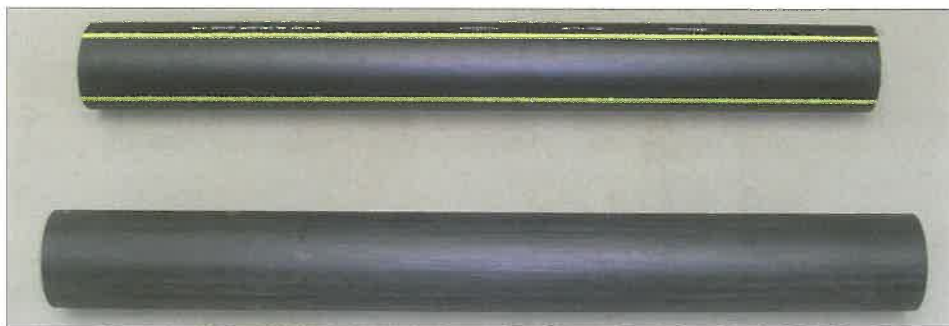
$$\Delta H_f = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{dt} K dt$$

A képletben szereplő tényezők a görbékkel leolvashatók, egyedül a K készülékállandó nem jelenik meg az ábrán, azonban ezt az értéket a berendezés automatikusan figyelembe veszi a készülék kalibrációját követően.

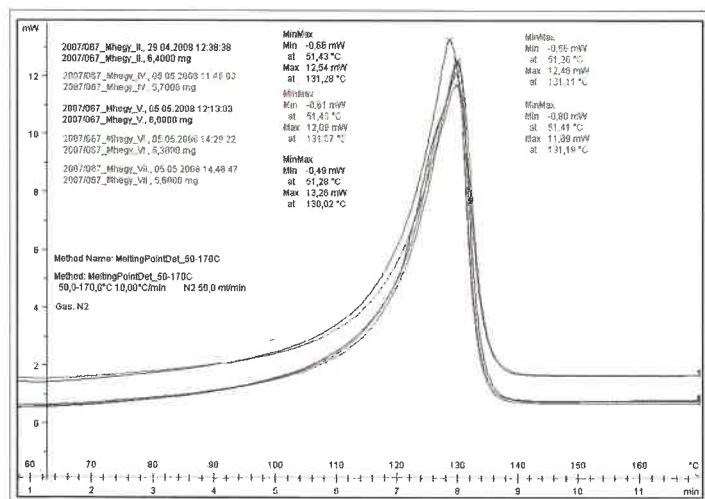
A görbék alatti területek az olvadáshoz szükséges összes energiát adják meg, és nem veszik figyelembe a minták tömegét. Ezen integrált értékeket tömeg szerint kell figyelembe venni, ahhoz, hogy megkapjuk az olvadási entalpiát [J/g] dimenzióban.

A 6. ábrán látható, hogy az új cső olvadási entalpiája minden esetben magasabb a kiemelt mintáénál.

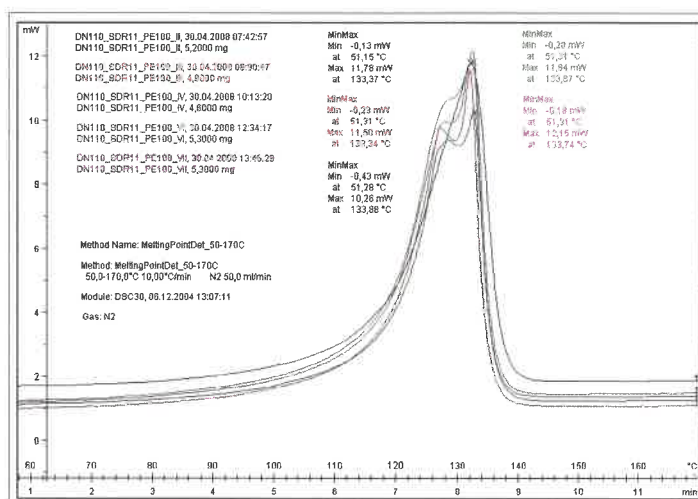
Az olvadási entalpia értékek (7. ábra) illeszkednek a mért olvadási pontokhoz, tehát az új csövek esetében magasabb H_f értéket kaptam. A szórások elfogadhatóan kis értékeket mutatnak.



1. ábra. Vizsgálati minták a hegesztés kompatibilitás megállapításához



2. ábra. A kiemelt cső olvadási görbéi mérésenként



3. ábra. Az új cső olvadási görbéi mérésenként

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

Az olvadási tulajdonságok alapvetően a varakozásoknak megfelelően alakultak. A több mint 30 évvel ezelőtt gyártott minta lényegében csak kis eltérést mutat az új csőhöz képest. A két fontos különbség (30 év föld alatti CH₄ áramlás, 30 évvel későbbi anyag és gyártástechnológia) a csövek között nem mutatkozik meg szignifikánsan az olvadási tulajdonságokban. További mechanikai vizsgálatok bizonyíthatják, minden kétséget kizáróan a hegesztési kompatibilitást [5].

Hegesztett kötések

A gáziparban használatos hét féle csőhegesztési eljárás közül a tompa hegesztési eljárást (10320) alkalmaztam, mivel ezen kötéstípus alkalmas leginkább a mechanikai, a szilárdsági vizsgálatok elvégzésére. Ennél a hegesztési típusnál a csövek sík, párhuzamos homlokfelületei kerülnek összehegesztésre. A

hegesztéshez szükséges hőmennyiséget elektronikus hőmérséklet-szabályozó automatikával ellátott fűtőelem, a hegesztéshez szükséges erőt pedig a hegesztő berendezés biztosítja. A tompahegesztés során a hegesztendő felületek kellő mértékű felmelegedése után leválasztják azokat a fűtőelemtől, majd a hegesztő berendezés segítségével, a hegesztendő felületek egymáshoz nyomásával hozzák létre a hegesztéshez szükséges erőt, melyet meghatározott ideig fenn kell tartani.

A vizsgálathoz szükséges mintákat OMICRON (9. ábra) tompahegesztő berendezéssel állítottam elő, amely a csővégek és/vagy idomok egytengelyű befogását és mozgatását, a csővég maró szerszám és a tompahegesztő fűtőelem (hegesztő tükör) központos pozicionálását, valamint a hegesztéshez szükséges tengely irányú erőket hidraulikus úton biztosítja [2][3].

Három különböző hegesztést hajtottam végre:

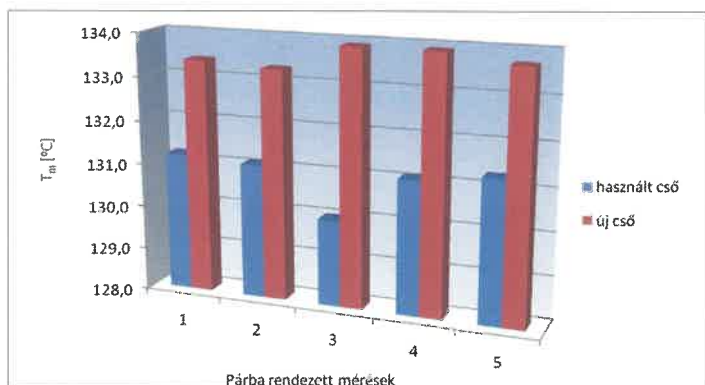
- kiemelt (föld felszíne alá temetett használt, majd kiemelt régi) cső önmagával hegesztve,
- új cső önmagával hegesztve,
- új cső a kiemelt csővel hegesztve.

A hegesztési paraméterek mindhárom vizsgálatnál ugyanazok voltak, majdnem teljesen kielégítve a vállalat technológiai utasításait (a manuális tompahegesztés csak DN160-as külső átmérőtől engedélyezett, azonban ez a tény nem befolyásolja kísérleti munkám eredményét).

Munkám során a hegesztés technológiai beállításával nem foglalkoztam.

A mechanikai jellemzők meghatározása

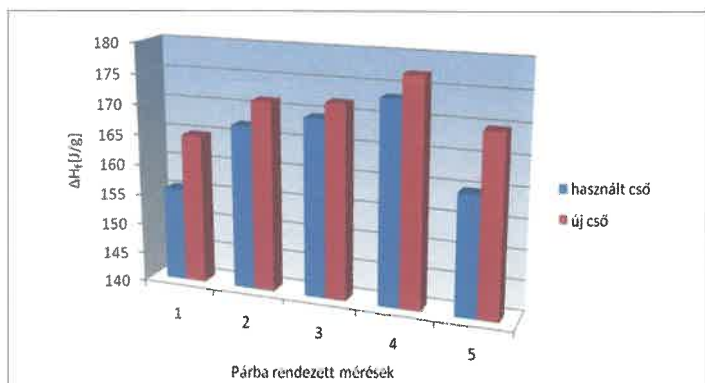
A varratok szilárdsági tulajdonságainak meghatározására egy ZWICK RKM250KN (10. ábra) típusú, kalibrált, számítógépes vezérlésű szakító gépet használtam. Befogópórái pneumatikus



4. ábra. A mintánként mért 5 darab olvadáscsúcs

Típus	T _m [°C]					Átlag	Szórás
	I. minta	II. minta	III. minta	IV. minta	V. minta		
Kiemelt cső	131,2	131,1	130,0	131,1	131,3	130,9	0,5
Új cső	133,4	133,3	133,9	133,9	133,7	133,6	0,3

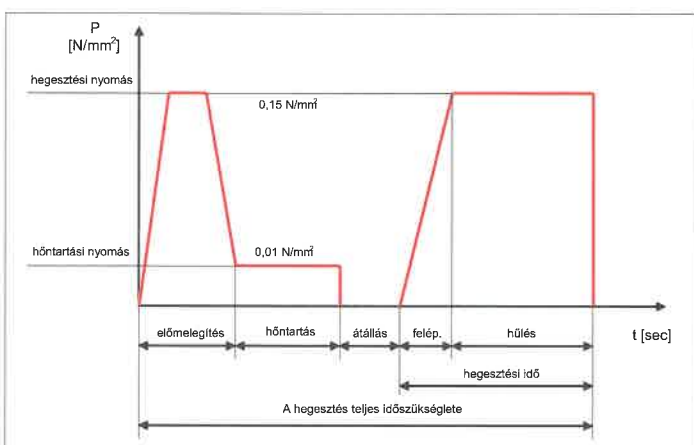
5. ábra. Kísérleti olvadáspont értékek



6. ábra. Mintánként mért 5 darab olvadási entalpia

Típus	ΔH _f [J/g]					Átlag	Szórás
	I. minta	II. minta	III. minta	IV. minta	V. minta		
Kiemelt cső	155,5	167,2	169,4	173,4	159,8	165,1	7,3
Új cső	164,8	171,4	172,0	177,2	169,7	171,0	4,5

7. ábra. Olvadási entalpia értékek



8. ábra. A hegesztés technológiai folyamata



9. ábra. OMICRON tompahegesztő berendezés

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

zárásúak, elmozdulásuk elektronikus szabályozású ($\pm 0,01$ mm).

A minták kimunkálása a csőpalástból ENERPAC IP54 típusú sajtológéppel történt. A próbatetek – a műanyagvizsgálatokhoz szokásos – téglalap keresztmetszetűek, nagy nyúlású anyagok vizsgálatára is alkalmasak (11. és 12. ábra).

A próbatetek kondicionálása (≈ 48 óra) és vizsgálata $23,0-23,5$ °C-on történt, $32,4-36,9$ %-os relatív páratartalom mellett. A hegesztések és a minták kimunkálása, vizsgálata között több mint egy hét telt el. A szakítóvizsgálat során regisztrált erő-nyúlás görbéből (illetve az ebből képezhető feszültség-relatív nyúlás görbéből) számos mechanikai mennyiséget lehet leolvasni, illetve kiszámítani. Varratonként 5 darab próbatest került kimunkálásra, melyek mindegyikét húzóvizsgálatnak vettem alá. Az általam választott 50 mm/min húzási sebes-

ség általánosnak mondható a polietilénnek szabványos húzó vizsgálatainál.

Mindhárom diagramon (13, 14. és 15. ábra) jól látszik, hogy a görbék jellege (lefutása) hegesztési típusonként azonos, csak a konkrét számértékekben van különbség. Egy mérést meg kellett ismételnem, mert a kiemelt cső újjal való hegesztése esetén egy nem várt gyors szakadás ment végbe. Oka feltehetőleg egy fizikai sérülés lehetett, mely nem is a varratban, hanem a csőanyagban következett be. Ennek megfelelően a sérült minta húzási eredményeit figyelmen kívül hagytam a mérések kiértékelésénél.

Mindhárom varrat mintáinál elmondható, hogy a húzási görbéiken észlelt folyáshatár (nyakképződési feszültség) nem csak lokális, hanem abszolút maximum is. Tehát a folyáshatár egyben a húzószilárdság is.

A görbék kiértékelését talán az egyik legfontosabb szilárdsági tényezővel, a húzószilárdsággal kezdtem, ami esetben nem más, mint a folyáskor fellépő maximális erő és a kezdeti keresztmetszet hányadosa

$$\left(\sigma_M = \frac{F_{\max}}{A_0}\right).$$

A különböző varratok húzószilárdsági jól látható differenciát mutatnak (16. ábra). A legkisebb értékek akkor adódtak, mikor a kiemelt csövet önmagával hegesztettem. Közepes eredményeket mértem a kiemelt cső újjal való hegesztésekor, de a legmagasabb húzószilárdság értékeket az új cső saját magával való hegesztésénél lehetett regisztrálni. Már a 3D-s diagramon is jól kivehető, de nem nagyságrendi eltérések figyelhetők meg az eredményekben. A további elemzésekhez érdemes a pontos érté-



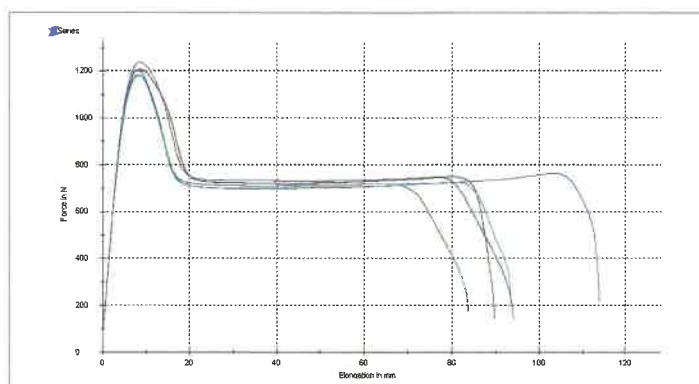
10. ábra. ZWICK szakítógép



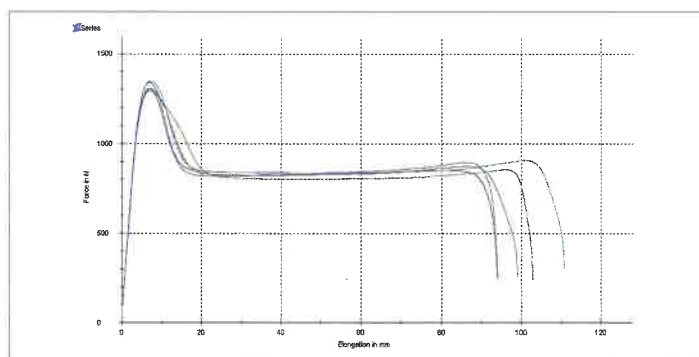
11. ábra. Mintadarab kivágó forma



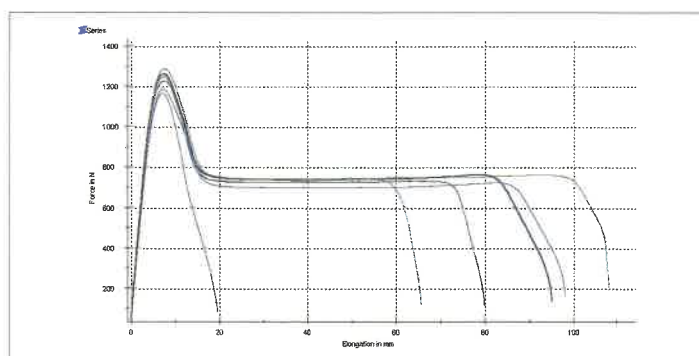
12. ábra. Sajtoló próbatetek



13. ábra. Szakító görbe, a kiemelt cső önmagával hegesztve



14. ábra. Szakító görbe, az új cső önmagával hegesztve



15. ábra. Szakító görbe, a kiemelt cső új csővel hegesztve

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

kekkel és az egyéb mechanikai tulajdonságok számadataival kalkulálni (17. ábra).

A hegesztésenként öt próbatestre számolt átlagos húzószilárdság $\approx 0,6$ MPa-lal nagyobb a kiemelt cső újjal való hegesztésekor, mintha a 31 évvel ezelőtt gyártott vezetékét önmagával hegesztettük volna össze. Természetesen a legnagyobb húzószilárdság az új PE100-as anyag önmagával való hegesztésénél adódott, mely $\approx 1,2$ MPa-lal magasabb, mint a vegyes varrat esetén.

A rugalmassági modulus (érintő modulus, 0,05-0,25 %) és a szakításra fordított munka

$$(W_B = \int_0^{\Delta l} F \cdot dl)$$

tekintetében is hasonló eredmények születtek, mint a húzószilárdság esetén, kirívó értékek nélkül.

A 18. ábrán látható szakadási nyúlás

$$(\epsilon_B = \frac{L_B - L_0}{L_0} \times 100)$$

vonatkozásában is megőrizte első helyét (legjobban nyúlt) az új anyag. A kiemelt cső önmagával való hegesztése, még ha csak kis mértékben is, de jobban nyúlt, mint a vegyes varrat.

Lehetséges, hogy ezen kis eltérés az anyagok nyúlásában nagyobb számú minta esetén máshogy alakulna, de az megállapítható, hogy nincs számottevő különbség a „kiemelt+kiemelt” varrat és a „kiemelt+új” varrat tekintetében.

A hegesztett kötések vizsgálatával foglalkozó szabványok egyike úgy állapítja meg a hegesztés „jóságát”, hogy összehasonlítja a létrejött varrat (σ_w), illetve a cső palástjából vett minta (σ_T) szakítószilárdságát (a szakadáskor mért erő és a kezdeti keresztmetszet hányadosa). E két érték hányadosából megkapjuk a rövidtávú hegesztési tényezőt, f_s -t [6].

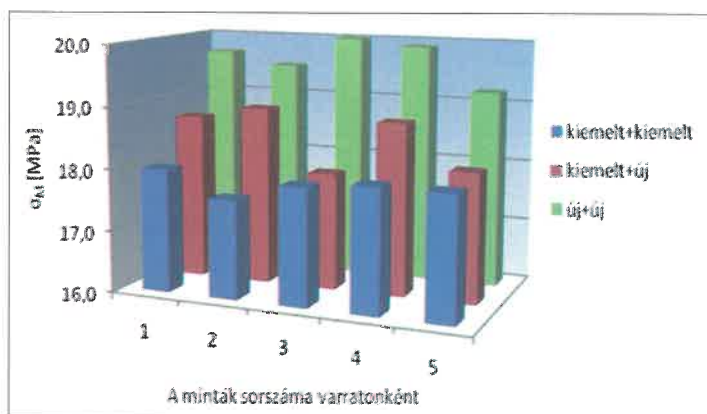
Ha a hegesztési faktor 1, akkor a létrejött varrat szilárdsága azonosnak tekinthető a vezeték bármely pontjának szilárdságával. Az 1-es hegesztési faktor azonban tompahegesztésnél nem életszerű, inkább az ún. dörzshegesztéseknél fordulhat ez elő.

Az eddigi tapasztalatok, illetve a szabványokban meghatározott értékek azt mutatják, hogy a 0,8 feletti f_s elfogadhatónak mondható. Tehát a kapott 0,83-os érték kifejezetten jónak tekinthető ezen hegesztési technológiánál.

Összegzés

Munkám során az első generációs fektetésű polietilén csövek összehegeszthetőségét vizsgáltam a napjainkban gyártott és használt új PE100-as anyagú csövekkel.

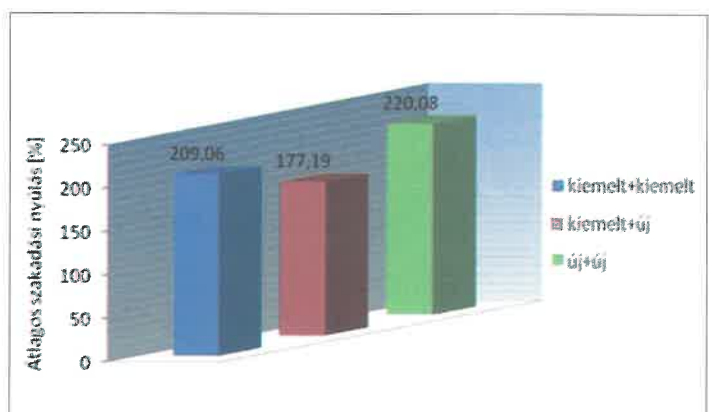
A hegesztési kompatibilitás vizsgálatom során egy 31 évvel ezelőtt lefektetett és egy új PE100-as anyagú polietilén



16. ábra. A három varrat mintáinak húzószilárdsága

Kiemelt + Kiemelt varrat				
	E [kN/mm ²]	W _B [J/mm ²]	ε [%]	σ _M [MPa]
1.	0,23	1,02	199,65	18,0
2.	0,22	0,89	186	17,6
3.	0,22	1,27	252,98	17,9
4.	0,25	1,03	207,69	18,0
5.	0,22	1,02	209,06	18,0
Szórás:	0,01	0,14	25,15	0,17
Átlag:	0,23	1,05	211,08	17,90
Kiemelt + Új varrat				
	E [kN/mm ²]	W _B [J/mm ²]	ε [%]	σ _M [MPa]
1.	0,26	1,05	211,27	18,7
2.	0,25	1,22	240,03	18,9
3.	0,24	1,05	217,9	17,9
4.	0,24	0,75	145,66	18,8
5.	0,24	0,88	177,19	18,1
Szórás:	0,01	0,18	37,12	0,45
Átlag:	0,25	0,99	198,41	18,48
Új + Új varrat				
	E [kN/mm ²]	W _B [J/mm ²]	ε [%]	σ _M [MPa]
1.	0,26	1,21	208,75	19,7
2.	0,29	1,32	228,47	19,5
3.	0,29	1,22	209,05	20,0
4.	0,25	1,42	245,99	19,9
5.	0,27	1,24	220,08	19,2
Szórás:	0,02	0,09	15,52	0,32
Átlag:	0,27	1,28	222,47	19,66

17. ábra. A mért szilárdsági tulajdonságok összesítő táblázata



18. ábra. Átlagos szakadási nyúlás varratonként

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

KIEMELT + ÚJ VARRAT						KIEMELT CSŐ HEGESZTÉS NÉLKÜL					f _s
a	b	A	F _R	σ _w	Szakadás típusa	a	b	A	F _R	σ _i	
(mm)	(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)		(mm)	(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)	
10,4	6,6	68,6	761,4	11,1	képlékeny	10,4	6,4	66,2	849,0	12,8	0,87
10,5	6,5	68,3	760,5	11,1	képlékeny	10,2	6,4	65,3	854,1	13,1	0,85
10,2	6,5	66,3	722,1	10,9	képlékeny	10,4	6,3	65,5	894,2	13,6	0,80
10,4	6,4	66,2	741,0	11,2	képlékeny	10,3	6,4	65,9	906,7	13,8	0,81
10,5	6,5	67,9	730,3	10,8	képlékeny	10,3	6,4	65,9	872,1	13,2	0,82
				11,0						13,3	0,83

19. ábra. A rövidtávú hegesztési tényező számítása

gázvezeték három teljesen azonos körülmények között létrehozott varratát elemeztem. Az olvadáspontban átlagosan 2,7°C-os eltérést, míg az olvadási entalpiában átlagosan 6 J/g különbséget mértem, az új cső javára. A mért olvadási jellemzők alapján tehát megállapítható, hogy a kiemelt és az új cső anyagában nem jelent meg szignifikáns változás, mely kihatott volna a műanyag kristályszerkezetére. Így méréseim alapján az anyagok összehegesztéséhez – a megfelelő diffúzió kialakulásához – szükséges olvadási kompatibilitás megállapított.

Vizsgáltam a vállalatnál használatos tompahegesztési technológiákkal létrehozott varratok kötési szilárdságát. Összevetettem egymással a kapott szilárdságtani eredményeket, melyek szerint a

kiemelt cső újjal való hegesztése nem-hogy gyengébb mechanikailag, hanem azonos, esetleg kis mértékben jobb tulajdonságokat ad, mintha a kiemelt csövet önmagával hegesztettem volna össze.

Megállapítottam, hogy a vizsgálatban szereplő két különböző polietilén cső egymással feltétel nélkül hegeszthető, illetve a hegesztési technológiának megfelelő diffúzió jön létre a két polimer között, tehát kompatibilis.

Irodalomjegyzék

- [1] Kiss Lajos-Szabó György: Műanyag Hegesztés, Gazdász-elasztik KFT, 2002
- [2] Aszódi János: Technológiai Utasítás Gázelosztó Vezetékek Létesítésére, 2007
- [3] Dr. Horváth Iván: Műanyagcsövek hegesztése és minőségellenőrzése, Budapesti Műszaki Egyetem, 1983
- [4] Saint-Royre-Gueugnaut-Reveret: Test Methodology for the Determination of Optimum Fusion Welding Conditions of Polyethylene, 1989
- [5] Antonio Greco-Alfonso Maffezzoli: Correction of melting peaks of different PE grades accounting for heat transfer in DSC samples
- [6] MSZ EN 12814-2:2000, Hőre lágyuló műanyagok félkész termékek hegesztett kötéseinek vizsgálata. Szakítóvizsgálat.

*Kasik Zoltán (Égáz-Dégáz Zrt. Műanyagvizsgáló Laboratórium)

RA/GF
 Csődaraboló és csővégmegmunkáló gépek

RPG
 Csővégmegmunkáló gépek

PS
 Hordozható csődaraboló gépek

REB/BRB
 Csővégmegmunkáló gépek

Szerszámok
 Fűrész tárcsák és élmarók

ESG
 Elektróda köszörű

FGF

Kereskedelmi és Képviseleti Bt.
 1145 Budapest, Korong utca 32
 Tel: 1/467-7008; Fax: 1/467-7006
 info@fgf.hu; www.fgf.hu

Tiszta levegőjű, egészséges, hatékony munkahelyek
a légszűrőstechnika specialistájától

Egyedi készülékek

Komplex rendszerek

Füstelszívás és szűrés

Porelszívás és szűrés

Vegyszer- és olajgőzök
elszívása és szűrése

ÓZON

Lég- és Környezettechnikai Bt.
www.ozonlkt.hu

Szaktanácsadás

Szervíz,
alkatrész ellátás

Kivitelezés

Tervezés

Ózon Bt. 1031 Budapest, Vizimolnár u. 48.
Tel./Fax: 01-240 9077
E-mail: info@ozonlkt.hu

VD



Figyelemmel a KÖRNYEZETRE

With the
ENVIRONMENT in mind

Active Power Factor Correction
Efficient utilisation of energy
Harmonics EN 61000-3-12
RoHS 2002/95/EC

PFC



Aktív PFT (Active Power Factor Correction): a legújabb EMC (Electromagnetic Compatibility) direktívának megfelelően megvédi az áramforrást a primer feszültség ingadozásától az egyenletes teljesítmény és fokozott biztonság érdekében.

Harmonikus áramok (MSZ EN 61000-3-12): az ESAB valamennyi érintett hegesztőberendezése megfelel a 2008. február 1-én megjelent, a harmonikus áramokra vonatkozó, megszigorodott szabványnak. (MSZ EN 61000-3-12, a 2004/108/EC EMC direktíva legújabb, harmonizált szabványa)

Hatékony energia felhasználás: Az ESAB hegesztőberendezések energia felhasználásának hatékonysága javul a villamos tápellátás veszteségeinek csökkentése révén.

RoHS direktíva: Az RoHS Direktívainak 2006 júliusi hatályba lépése óta az ESAB sikeresen elkerüli az ártalmas anyagok alkalmazását.

Dr. Gremesperger Géza*

A hegesztett szerkezetgyártás veszteségei *Néhány újabb megoldás*

A hegesztett fémszerkezetek gyártásának nemzetközi gazdasági és technológiai körülményei az utóbbi évtizedben alaposan megváltoztak. Ez a változás a hegesztett termék előállításának minden fázisát érintette. A cégek – különösen a hazai és a kelet-európaiak – versenyképességét korábban az alacsony munkabérek (erre külön kifejezést vezettek be: alacsony bérű ország – low wage country) és az olcsóbb energia és alapanyagár költsége is javították.

Ez a helyzet mára jelentősen megváltozott és jellemzője lett, hogy a munkabérek és terheik, az energiaköltségek és az alapanyagár növekedtek, a földrajzi távolságok „csökkentek” és egyidejűleg Európában részben a szakma iránti érdektelenség (az elterjedt nézet szerint, a hegesztés fizikailag nehéz, egészségre is ártalmat jelentő munka) miatt csökkent az iparág vonzása, image-ja.

Ennek egyik eredménye a részleges munkaerőhiány, a fiatalok, az utánpótlás érdektelenség miatti távolmaradása. Másrészt a Távol-Keleten olyan modern technológiát alkalmazó jelentős ipari kapacitás fejlődött ki, amelyik viszonylag alacsony költségei és ebből eredően piaci árai miatt térségünkben is igen jelentős versenytárs lett.

Ezért az európai munkahelyeket az éles konkurenciaharc miatt veszély fenyegeti.

Mind ezek a körülmények érintik a hazai gyártókat, de különösen a kis és közepes vállalkozásokat. Ezek egyik jellemzője a tőkehiány, különösen a likvid tőkehiány. Az egyik következmény, hogy az üzemi gyakorlatba bevezetett fejlesztéseikkel nem, vagy késéssel képesek követni a technológiai fejlődést. A munkahelyi körülmények javítására fordítható összegek szűkössége az ergonómiai és munkavédelmi fejlesztéseket is megnehezítik.

A kis és közepes vállalkozások esetében a körülmények kikényszerítette általános gyakorlat az, hogy a termelési feladataikat – a szűk keresztmetszeteket – figyelembe véve a technológia egy-egy szűkebb részterületén bekövetkező változásokat képesek, mind szakmailag (elméleti alapokon), mind fejlesztéssel (beruházással) követni.

A piacon maradás egyik megoldása az lehet, ha növelik a vállalási árakat, de ez az előzők szerint – a konkurenciaharc miatt – ma igen korlátozott, szinte lehetetlen. A másik lehetőség a saját tevékenységből eredő önköltség csökkentése, ez a járhatóbb út, de egyidejűleg mind a kettő pedig szinte illúzió.

A következőkben annak lehetőségét vizsgálom, hogy a gyártás széles értelemben vett fontosabb fázisaihoz tartozó főbb szervezési, minőségirányítási és termék-előállítási folyamatokon belül milyen a költségekre kiható fontos változtatások vezethetnek eredményre.

Ehhez a kis és közepes vállalkozások körében a hegesztett szerkezetgyártást, mint egységes, komplex folyamatot célszerű tekinteni (ez talán teljesül) és azt így ennek megfelelően is kezeljék (ez már talán kevésbé megoldott).

Ahhoz, hogy mind a két szempont teljesüljön az szükséges, hogy minden egyes tevékenységi fázis önköltségét, műveleti idejét, mint lehetséges „költségforrást” ismerni kellene (az információk ezen a területen általában nagyon hiányosak). Tehát nagy valószínűséggel csak kevésbé ismertek azok az

adatok, amelyek arra vonatkoznak, hogy egy-egy ismert és az üzemben, gyártásban alkalmazott megmunkálási fázis-hoz rendelt műveleti időben még mennyi „tartalék” van a modern technológiai eljárások biztosította lehetőségekkel szemben. Például idesorolható a nem megfelelő, vagy nem optimális szervezés, logisztika, vagy alapanyag kiválasztás, vagy nem a leghatékonyabb (termelékenyebb és energia-takarékos) gyártási eljárás alkalmazása, a folyamat-; és a gépképesség ismerete, stb.. Előfordulhat ezért a *pontatlan varratelőkészítés* miatti többlet munkaidő ráfordítás, vagy a varrat készítését kísérő (helytelen munkaparaméterek, és hegesztési sorrend miatti) deformáció következtében a hegesztést követő utánmunkálás indokolatlanul sok időt köt le, stb.

Az egyes műveletekhez igazodó információk, a legújabb és már ipari alkalmazást nyert műszaki megoldások gazdasági, műszaki (összehasonlító) jellemzőinek ismerete (talán ez lehet a *leghiányosabb terület*), amely segítheti a fontos gazdasági, műszaki és minőségi eredményt hozó fejlesztéseket. Ha ezek az információk nem ismertek és/vagy nem pontosak, ezért nem is megbízhatóak, akkor a részletes, a gyártási folyamat elemeire és az egész rendszerre koncentrált fejlesztés, mert az alapok nem megbízhatóak, nem hozhatja meg a várt eredményt.

Az első feladat az objektív, kritikus helyzetfelmérés. Ehhez célszerű, ha a részletes tervezési és gyártási folyamat-elemzést úgy végézik, hogy a termék előállítási tevékenység minden egyes (legalább főbb) elemének vizsgálatánál felteszik és meg is válaszolják a következő kérdést: „*Van-e azonos, vagy jobb minőséget, vagy nagyobb termelékenységet és megfelelő gazdaságosságot biztosító (tervezési, gyártási és logisztikai) módszer, eljárás, folyamat, vagy technológia?*”

A válasz – helyi viszonyok figyelembe vételével történő – elemzéssel és az ezt kísérő *kockázatelemzéssel* kapott – reális – eredmény, lehet az input a jelenlegi gyártási rendszer folyamatainak modernizálásához, gazdaságossága és a minőség egyidejű javításához. A sokrétű, előkészítő és elemző munka, számítógéppel támogatható.

A most következő áttekintésnek [1–11] a módszere a benchmark. Ez a gazdaságos hegesztett fémtermék előállítási folyamat minél teljesebb, s nemzetközi gyakorlatot is figyelembe vevő, áttekintése, értékelése, a tervezés (az anyag megválasztás), a gyártás és az ellenőrzés (a megfelelőség igazolás) területén.

Gyakorlati cél, hogy a technika mai eredményei felhasználásával milyen mértékben csökkenthetők az eddig ki nem használt lehetőségek, (pl. a nem korszerű eljárások alkalmazása, a nem teljes értékű alapanyag megválasztás, az élet-tartam költségek elhanyagolása stb.) miatti veszteségek.

Jelen összeállítás még arra is kísérlet, hogy egy sajátos gondolkodásmódot mutasson be és feltárja ennek a szemléletnek a gyakorlati megjelenítését, amelynek segítségével bármikor ehhez hasonló elemzés elvégezhető.

A hegesztett fémszerkezet előállítását ezért a szerződés-kötéstől kezdődően, a felállításon keresztül az élettartama végéig bezáróan, mintaként tekintjük át.

TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

A (szállítási) szerződés:

Egy projekt gazdaságos és a vevői megelégedettséget kiváltó megvalósításához a szerződés – és annak helyes ki- és technológiai feldolgozása, majd elfogadás utáni végrehajtása – alapvető. A következőkben a szerződésnek – mint jogkövetkezményekkel járó dokumentumnak – csak két fontos jellegzetességét emeljük ki, mert „a vevői megelégedettség és a minőség gyakran már a szerződéssel eldőlt”. Az alábbi felsorolás néhány fontosabb szempontot mutat be. Az egyik a szerződés kereskedelmi, a másik a műszaki vonatkozó része.

A kereskedelmi szabályozás a szerződésben

Fontos elem a szerződést megelőző tevékenység az az árajánlat készítés keretében annak pontos felmérése, hogy a cég képes-e a megjelölt műszaki és gazdasági követelmények teljesítésével megvalósítani.

A megrendelőnek a kivitelezővel, (fő)vállalkozóval kötött szerződése célszerűen a következő fontosabb elemeket tartalmazza:

- a szerződő felek (megrendelő, a kivitelező, (fő)vállalkozó, az alvállalkozó) megnevezését,
- a szerződés tárgyát,
- a kapcsolattartók pontos megnevezését és elérhetőségüket,
- a szerződés tárgyát érintő fontosabb (főleg speciális) fogalmak tételes értelmezését,
- az elvégzendő feladat pontos megadását, így a tervezést, az engedélyeztetéseket, az üzemi és helyszíni gyártást, a próbákat (ellenőrzést és dokumentumfajtaikat) és az átadás helyszínét, stb.,
- a projekt megvalósításának kereskedelmi, jogi (pl. a Ptk.-ban levő) és műszaki eljárását (pl. a minőségterv alapján), és az előírásokból eredő követelményeket (az átadási dokumentáció tételes felsorolását, stb.),
- a szerződő felek kompetenciáit, a felelősségeiket és a hatásköreiket, stb.,
- a szerződés kitérhet arra, hogy:
 - ki és milyen jogosultsággal, kompetenciával rendelkező végezze, végezheti a tervezést, azt ki verifikálhatja, illetve ki engedélyezheti, ugyanígy
 - ki és milyen jogosultsággal rendelkező végezheti a gyártást (előállítás, felállítás, üzembe helyezést, szervizt). Például milyen üzemalkalmassági megfelelés, illetve a megvalósítás időtartama alatt, vagy ezt követően is, milyen harmadik, pártatlan, féltől eredő tanúsítás (minősítés) folyamatos megléte szükséges,
 - ki és milyen feltételekkel lehet alvállalkozó, azaz a fővállalkozó milyen feltételekkel vehet alvállalkozókat igénybe, stb.,
- a részletes szállítási és/vagy szállítmányozási (pl. tengeren túli csomagolási) feltételeket,
- a helyszíni felállítást,
- a finanszírozás rendjét, különösen fontos elem a részfizetésekre vonatkozó megállapodás (pl. az alapanyag egy részének beszerzési összegét előre fizetni, majd a projekt megvalósítása ütemében a szerződésben rögzített módon a többi részlet inkasszálásának rendje. Ez többnyire nagy értékű projektek esetében a szokásos gyakorlat),
- a szállítási, az átadási, vagy a felállítási, illetve az üzembe helyezési határidőt egyértelműen és megghiúsulása esetén következményeivel (pl. a Ptk. szerinti pönálé megfizetésével) együtt meg kell adni,
- a garanciális, a szavatossági kötelezettségeket és esetleg,
- az üzemben tartásra, a szervizre vonatkozó keretmegállapodásokat, stb.

Ez utóbbi adatok azonban legyenek alkalmasak arra is, hogy az *élettartam* várható költsége meghatározható legyen, mert ez is *verseny tényező*.

A kereskedelmi kérdések mellett a másik lényeges terület a műszaki. Ez a tervezést (design), a megvalósítást (kivitelezést, technológiát), illetve annak különböző szintű és bonyolultságú fázisait jelenti.

A műszaki szabályozás a szerződésben

- a tervezőt előzetes (pl. a jogosultsága, a kompetenciája szerinti) értékelés után általában a megrendelő (a vevő) és/vagy a beruházó, vagy a kivitelező, a fővállalkozó egyik szervezeti egysége választja meg
- a jogi és/vagy a műszaki követelmények igazolt teljesítése, ez az a kompetencia, amely szükséges az adott projektre érvényes tervezési és/vagy gyártási jogosultsághoz, az üzemalkalmasság igazolásához,
- a tervfeladat pontos meghatározása, a vevői igények, a jogszabályi, a szabvány, a szakmai előírások, az ajánlások és a saját know-how együttesen képezi a tervezési (design), un. input, adatokat,
- a terv jóváhagyási és engedélyezési eljárás meghatározása, illetve a vonatkozó (jog) szabályozás megismerése,
- a terv műszaki kivitelezhetőségi, megvalósíthatósági vizsgálata, (pl. gyártható-e és hegesztéshelyes-e a szerkezet, stb.)
- a dokumentáció fajtájának és terjedelmének pontos meghatározása (műszaki összeállítási, részlet és alkatrész rajzok, műleírás, stb.),
- a gyártás technológiai dokumentációjának meghatározása, kidolgozása, jóváhagyása, engedélyezése, elfogadása és alkalmazása,
- minőségterv készítése és jóváhagyása,
- a minőségterv alapján a minőség-ellenőrzés meghatározása és az ellenőrzési terv kidolgozása, ellenőrzése, jóváhagyása és engedélyezése, közösen végezve a vevővel és/vagy megbízottjával, az érintett hatósággal, a (design) tervezővel, a gyártástervezővel és a minőségügy munkatársával, célszerűen kitérve, pl. alvállalkozói tevékenységekre is,
- gyakran a megrendelő engedélyéhez kötött a kivitelező azon lehetősége, hogy megválassza azt ami készüljön a saját termelői bázisán (üzemében), és mit (milyen feltételek betartásával, pl. a rendelő előzetes engedélyével) készíttethet az alvállalkozóval, valamint mit gyártsanak a felállítás helyén, helyszíni gyártással,
 - A helyszíni szerelést külön megállapodás alapján is végezheti a fővállalkozó alvállalkozója. Ezzel, például, meg lehet szüntetni a konfliktust, ami akkor léphet fel, ha a megrendelő saját maga szerződik a helyszíni szerelést végzővel és ennek eredménye, hogy a terméket két különálló vállalat állítja elő. Ez gyakran az együttműködésben jelentkező konfliktusok forrása, mert például a helyszíni szerelés esetében az alkatrész, a részegység szállítási koordináció, a helyesbítés, a felületvédelemmel, stb.-vel összefüggő ügyek válhatnak vita tárgyává,
- célszerű az egyes gyártókra (fő- és alvállalkozókra) minőségképességüket igazoló minősítési programot kidolgozni, pl. műszaki képesség felmérése, határidő betartása, árszint, stb. vonatkozásában és a minősítési eljárásba az ISO 9001, illetve az ISO 3834 és megfelelő részét, vagy a termék jellegének megfelelő más szakmai minősítő (pl. PED, hajó regiszteri, stb.) előírásokat, szervezeteket is bevonni, továbbá ellenőrizni, hogy van-e hegesztési felelős, teljesíti-e a rá vonatkozó ISO 14731 követelményeit,

– a gyártó (fővállalkozó) üzemi gyártási és helyszíni szerelési felelősségét (tevékenységét) pontosan meghatározni, (kiköt-ni) és a megbízhatóságát verifikálni.

Az élettartam költségek

Talán a gyártás körülményeire és a termék felhasználására kiható tényezők közül az élettartam költségek tekinthetők a leginkább "újszerűnek". Azok a szervezetek, amelyek minőségirányítási rendszert alkalmaznak a legtöbb esetben a fent felsorolt szempontokat többnyire ismerik és irányítási rendszerük érettsége (a minőségtudat mértéke) függvényében többé-kevésbé alkalmazzák is.

Az élettartam költségeket [1, 2] az utóbbi időkben egyre gyakrabban használják a szerkezet tervezésénél annak árának és gyártási módjának meghatározásához. Ezért egyre fontosabb piaci versenytényező lett.

Ebből a szempontból érdekes a hídszerkezetek élettartamára vonatkozó például Dél-Korea-i felfogás. Régebben ott általában 50, és/vagy 100 év élettartamra terveztek a hidakat, de ma a megnövekedett gépkocsi, pl. kamion, forgalom miatt már csak 25, illetve 50 évvel számolnak.

Ez nyilván befolyásolja részben a tervezés és részben a gyártás során meghozandó egyes döntéseket, összességében az élettartam költségeket és a termék piaci jellemzőit is.

A tervezés

A tervezési (design) és a gyártási gyakorlat felülvizsgálatánál, majd az ez alapján végzett fejlesztésnél a leggyakoribb célkitűzés az önköltség, legalább kb. 10%-os, csökkentése.

A következőkben a termék konstrukciós (design) és a gyártástervezés főbb szempontjait külön-külön tekintjük át.

Egy projekt (termék) helyes tervezése (design) alapvető feladat, mivel a minőség jellemzői és az előállításra, használatra vonatkozó költségek kb. 75 – 80 %-a ekkor dől el.

A hegesztett szerkezetgyártáshoz ma már általában a számítógéppel segített tervezést (CAD*) alkalmazzák, és egyre jobban terjedő törekvés a gyártás IT*-vel (CAM-mel) történő segítése és ennek integrálása a teljes gyártási folyamatba.

A konstrukciós (design)-, és a gyártástervezéshez néhány szempont

- a termék és pontos feladatának (funkciójának) ismerete,
- az igényelt termékmennyiség ismerete,
- az egy tételben (sorozatban) szállítandó (tehát gyártandó) termékmennyiség ismerete,
- a termék felhasználásának, üzemeltetésének, mechanikus, és klimatikus igénybevételének ismerete,
- a tipizálás lehetősége, pl. merevítőkre, csomólemezekre, alapanyagokra, hegesztőanyagokra, varratfajtákra, az alkalmazott technológiai eljárásokra és a gyártó eszközökre, stb.-re vonatkozóan,
- a bevői, a jogi, stb. követelmények műszaki tartalmú értelmezése, és „műszaki kifejezésekkel” történő teljes körű megfogalmazása és ennek a tervezési folyamatban történő felhasználása, majd a terv verifikálása,
- a szállítási (a piacra jutási), és/vagy az előírt és teljesíthető gyártási átfutási (határ)idő ismerete és annak megítélése, hogy a tervezési feladat és szállítási határidő betartásához szükséges-e, pl. a konkurens (concourent) engineering, vagy más hasonló eljárás alkalmazása, stb.,

– külön vizsgálat tárgya annak vizsgálata, hogy a varratok olyan helyen vannak-e, ahol elkészítésük nem gátolja sem a hegesztő, sem az anyagvizsgáló tevékenységét, vagy a gépi (pl. robot) hegesztést, fontos fejlesztési terület a gépi (pl. robot) hegesztések alkalmazásának kiterjesztése,

– a tervezéskor külön kell gondolni a hasznos terhelés, az igénybevétel károsodás nélküli elviselése mellett a lemezalkatrészekhez szükséges alapanyag optimális kiindulási méretére (minél nagyobb legyen a kihozatali tényező) és az alkatrész és részegység előállítását kísérő gyártástechnológiai sajátosságokra is, pl. a vágásra, a darabolásra, a fúrásra, a lyukasztásra, a leélezésre, az illesztés sajátosságaira, stb.

Célszerű azonban még arra is gondolni, hogy a mechanikus (nyíró, forgácsoló, nagy nyomású „homogén” folyadékkal, vagy abrázív anyaggal kevert folyadékkal), vagy a termikus (oxy-acetilén, lézer, plazma) vágási eljárások közül melyiket célszerű választani, melyik a rendelkezésre álló üzemi lehetőségek közül az optimális és/vagy a kooperáció milyen megoldást kínál.

A helytelenül választott eljárás esetében a deformációk (az alak- és mérethibák), vagy a megváltozott szövetszerkezet miatti utánmunkálás jelentősen megnövelheti az önköltséget és ronthatja a minőséget.

A sajátos műszaki problémákon (pl. deformáción) kívül célszerű még figyelembe venni, hogy, pl. a vágási műveletek során a vágási tervek szerinti daraboláskor az anyagkihuzatal, vagy az egyes műveleti paraméterek (pl. a vágási út hossza) és a műveletszámok stb. milyen mértékben optimálhatók, pl. igazodva a lemeztábla anyagának minőségéhez és méreteihez.

Ha egy termék úgy tervezhető, hogy a felhasznált lemezek mérete (mennyisége) optimálható, akkor például a minél hosszabb és kisebb vastagságú, növelt szilárdságú, TM* eljárással készített lemeztáblákat célszerű választani és felhasználni, vagy, pl. a termékhez igazodó változó lemezvastagságút hengerelni (lásd még később is).

Ilyen esetben általános érvénnyel kijelenthető, hogy általában csökken a hegesztés mennyisége is. Ez következményes önköltségcsökkenést eredményez, mert ha nagyobb szilárdságú acélt alkalmaznak, akkor adott igénybevételhez (a geometriai alak – az alakszilárdság – megtartása esetében is) a megfelelő lemez-, illetve falvastagság kisebb lehet s ennek egyenes következménye, hogy kisebb tömegű (keresztmetszetű, térfogatú) varrat készülhet, ami csökkenti a gyártási időt, az esetleges hibákat (mint pl. a varrathibát, az alakváltozást), eltéréseket, tehát az önköltséget is.

Ha a kiinduló alapanyag lemeztábla, vagy hengerelt profil, akkor méretének (hosszának, szélességének és vastagságának) optimális megválasztása fontos gazdasági döntés. Célszerű arra törekedni, hogy ha lehetséges, akkor az alkatrész minél kevesebb (hegesztett) elemből álljon és lehetőleg „egy darab” legyen.

Az egyik szempont tehát, hogy minél kevesebb legyen a szerkezeten a hegesztett kötés, mert a hegesztés az önköltséget (jelentősen) növeli. Például egy 10 méter hosszú gerinc ne 5 darab 2 m hosszúságú elemből készüljön, hanem (ha a szállítása és szerelése lehetővé teszi, stb.) lehetőleg egy darabból (ha pl. a méret felár ezt még indokolja). A kiinduláskor a méretoptimalítás vonatkozik a lemez szélességi méretére is.

Azt is szükséges elemezni, hogy az elkészült lemezek és köztük az illesztési rés és a kiadódó varratkeresztmetszet és alak a szükséges minimális (a műszaki és gazdasági alapokon kiválasztott, engedélyezett és az adott üzemben

alkalmazható hegesztési eljárással megvalósítható) varratkeresztmetszetet adja-e. Tehát a tervezett és az előállított lemezél az illesztés geometriája és (szerelési) hézag meg-egyeznek-e?

Ezek a technológiai megoldások a hegesztési időt és a felhasznált hegesztőanyag mennyiségét, tehát az önköltséget befolyásolják, mert lehetővé teszik a gyártáshoz szükséges hegesztőanyag mennyiségének pontos meghatározását is (amelyhez különböző eredetű számítógépes programok is rendelkezésre állnak). Ha a számított érték és az elkészített varratél geometriája jól egyezik, akkor elkerülhető, hogy jelentős mennyiségű hegesztőanyag maradjon vissza – az önköltség így is csökkenthető.

Természetesen a gyártást, a szerelhetőséget a rendelkezésre álló megmunkáló berendezések (gépek, szerszámok, készülékek és egyéb eszközök) befogadó mérttartományához, terhelhetőségéhez, az anyagmozgatáshoz (logisztikához), manipuláláshoz, tehát a gyártásban alkalmazható gyártóeszközökhöz, vagy a kooperáló partner adottságaihoz szükséges igazítani.

Például tüziorganyzással végzett felületvédelem esetében a horganyzókád méretét, és az anyagmozgatási lehetőségeket (szállíthatóság, emelhetőség), a többi lehetséges problémával együtt, mint meghatározó (esetleg korlátozó) tényezőt célszerű figyelembe venni.

– célszerű már a tervezés fázisában kijelölni, hogy melyik munkára lehet és milyen feltételekkel alvállalkozót választani, (ehhez jól kell ismerni a fővállalkozó saját műszaki, gyártó képességét és kapacitását), továbbá a tervezési (design) tevékenységet – bizonyos értelmes határokon belül – ehhez igazítani,

– a gyártási, a szerelési és logisztikai (anyagmozgatási) lehetőségek (pl. a szállíthatóság, a felállítás helyszínén az emelési kapacitás és a munkatér nagysága) miatt a termékegységek méretének célszerű (optimális) megválasztása. Figyelemmel a helyszíni illesztésre, és az ideiglenes (szerelő) és a végleges (vagy a csavaros, vagy a szegecselt, vagy a hegesztett) rögzítésre, és arra, hogy a szerelés és az ellenőrzés (méret, alak, próba, teszt) minél rövidebb idő alatt, minél kisebb önköltséggel, de biztonságosan elvégezhető legyen,

– a tervezési előírásokat és magát a tervezés (design) eredményét is folyamatosan felül kell vizsgálni (verifikálás) különösen a törésnek leginkább kitett elemekre vonatkozó tervezésre, méretezésre, vizsgálatra, a modern anyagokra, a kötéstípusok, kötési eljárások felhasználására, a minőség-ellenőrzésre és a minőségirányításra figyelemmel, pl. tervezési és gyártástechnológiai FMEA alkalmazásával,

– nem minden esetben előírás, mint pl. az USA-ban, de a megelőző kockázatelemzéssel kapott eredmény alapján célszerű a törésre kritikus (veszélyes) elemekre külön értékelést is végezni,

– célszerű nemzeti szakmai szövetségekkel a tervezési és gyártási eljárásokra adott műszaki ajánlások alkalmazásával és ezek fejlesztésével az alkatrészgyártást (tovább) fejleszteni,

– az alkatrészek szabványosítása, tipizálása elősegíti az automatizálást és csökkenti az önköltséget,

– célszerű a CAD/CAM*, a CADD* és az IT* bevezetésével az üzemben a műhelyrajzok és vázlatok, tervrajzminták (layout template) elkészítéséhez számítógépet használni,

A helyben előállított adatbázis közvetlen felhasználásával legyenek programozhatók a CNC* vezérlésű megmunkáló (például daraboló, fúró) gépek és a robotok.

Az ilyen jellegű fejlesztés az acélszerkezet előállításának hatékonyságát jelentősen javítja. Például Dél-Koreában a

méretezés kb. 60%-a, és a rajzok 30%-a készül „automatikusan”, tehát CAD/CAM* – mel. [2]

A tervezési és a gyártási hiba következménye igen súlyos lehet, pl. Dél-Koreában 1994-ben, a Han-Gang folyó feletti, Sung-Su Nagyhíd omlott össze. Az ok fáradt repedés kialakulása és terjedése, majd kritikus mérték elérése, az eredmény a tartóelemek összetörése volt. [2]

– az acélból készített hidak (japán, dél-koreai becslés szerint) kb. 30%-al drágábbak, mint a vasbetonból készültek, [2]

– ha a létesítés városi környezetben történik, akkor figyelembe kell venni a város életét, így a forgalmat is – ezt a kivitelezés csak minimálisan, vagy egyáltalán nem zavarja,

– a szél és a földrengés figyelembe vételét előírásokban rögzítik:

- pl. a hidak és a tornyok esetében 10 méter magasságban a szél sebessége egyes földrajzi helyeken: 40 – 53 m/s is lehet, [2]

- a földrengés esetében, pl. a figyelembe veendő erősség 8, 5 lehet a Richter-skála szerint,

– az alapanyag optimális méretének meghatározása mellett a megválasztás további szempontjai lehetnek:

- a jellemző igénybevétel, például: a különböző vegyi, mechanikai, szilárdsági, korróziós és egyéb pontosan definiált akár homogén, vagy összetett terhelések, illetve a különböző tulajdonságú és vastagságú alapanyagok egymás közötti és a hegesztőanyagaikkal való hegesztés szempontú „összeférhetősége”, így repedésmentessége, alakváltozó-képessége,

- a jogszabályoknak megfelelés (pl. termékfelelősségi törvénynek, EU – direktívának: PED-nek, stb.) és

– az élettartamköltség.

Az élettartamköltség alapján indokolt lehet ötvözetlen acél helyett más minőségűt, pl. Cr/Ni ötvözesűt alkalmazni. Ezt azonban gondos műszaki-gazdasági elemzés kell, hogy megelőzze. Az eredményt, a döntési javaslatot legtöbbször a megrendelőnek is el kell fogadni. Így például lehetséges, hogy az előírást kielégítő használati időtartam alatt, a cél-nak jobban megfelelő (esetleg drágább) alapanyag végeredményben kisebb kockázatot és ezzel kevesebb (garanciális és/vagy fenntartási) költséget jelent, mind a gyártó/szállító, mind a felhasználó és/vagy a megrendelő részére,

– célszerű minél kisebb vastagságú alapanyagot használni, ha lehetséges, mivel így, pl. a tompavarratok keresztmetszete kisebb, mint az indokoltnál nagyobb vastagság esetében, tehát kevesebb hegesztőanyag és idő szükséges az előállításához, valamint kisebb deformációra lehet számítani, ezek mind csökkentik az önköltséget,

– előnyös minél kevesebb hegesztett merevítőt használni, helyette pl. képlékeny alakítással készített bordázott (önmerevített) lemezeket,

– az önköltség csökkentéséhez célszerű az alapanyagok széles választékát és az újabb trendeket is figyelemmel kísérni, pl. néhány „újabb” lehetőség:

- termo-mechanikus (TM*) gyártású acél,

- nagy-, vagy növelt szilárdságú acél,

- vibrációt csökkentő speciális ún. „csendes lemezek”,

- hőálló acélok,

- változó vastagságú lemez – ezeket a hengerek egyedi átállításával végzik, időigényes művelet az eredmény a lemez vastagsága hosszuk mentén – előírás szerint – folyamatosan változik, ezzel gazdaságos szerkezet tervezésének lehetősége adódik, (pl. az övlemez toldása egyszerűsödik, mivel az övlemez átlapolása és/vagy hevederes illesztése el is maradhat, a hengerek átállítása miatt a gazdaságossági elemzés szükséges és önköltség csökkenés is elérhető),

- *repedés terjedését gátló acél* – speciális, repedésgátló acél (Hi-Arest Steel) a repedések terjedését, a termék tönkremenetelt megállítja, pl. mind a hajótestben, mind az üzemanyag tankoknál, pl. amiben a nyersolajat szállítják,
 - *hideg alakításnak kitett acél* – külön minőségi osztályt alkot, előírt hideg hajlítási sugár függvényében szívóssága szerint specifikálják, minél kisebb a hideg hajlítási sugár, akkor az alapanyagának annál nagyobb szívóssággal kell rendelkeznie,
 - *vákuum alatt gáztalanított acél* – vákuum segítségével csökkentik az acélban oldott (hidrogén és más) gáz tartalmat, ezzel javul az acél minősége – az eljárás valójában az alapanyag önköltségét növeli, de ha „sok gáz” van az alapanyagban az a hegeszthetőséget, és a szívósságot csökkenti.
- A japán és a dél-koreai acélgyártók a vákuum degázosító eljárást széleskörűen alkalmazzák, ezért termékeik minősége jó, a hídépítésben különösen ajánlott.
- *korrozíós hatásnak kitett speciális acélok*:
 - *időjárásálló acélok* – alkalmazásuk egyre terjed, de viszonylag rövid múltra tekintenek vissza és ezért használatuk hatósági engedélyezési eljárásai konzisztensen még nem teljesen kidolgozott,
 - *védekezés fémborítással* (titánnal és/vagy rozsdamentes acéllal)
 - *védekezés felületbevonással*:
 - festés
 - fémszórás.

A tervezés speciális esete az úgynevezett műszaki helyreállítás (reverse engineering) [6]:

Er olyan eljárás, amikor egy tárgy működési elvét, vagy egy technológiai rendszer felépítését azáltal ismerik meg, hogy „szétszedve” szerkezetét, azt és a működését elemenként megvizsgálják. A termék vizsgálatán kívül elvégzik annak működtetési, használati körülményeinek elemzését is azzal a céllal, hogy ennek eredményeként olyan új szerkezetet, vagy programot, tehát terméket hozzanak létre, ami nem egyezik meg a vizsgálttal, és így annak lemásolása, vagy utánzása nem igazolható (bizonyítható).

Az eljárás pozitív értelmezése szerint egy régi, elhasznált, eltört munkadarabból vissza lehet következtetni a kiinduló új (még el nem használt) darab alakjára, méreteire, stb. Tehát a megrongálódott darab méretezett műszaki (pl. gyártási) rajza ezzel a módszerrel utólag is elkészíthető.

Ezt különösen a régi és hiányos műszaki dokumentációval rendelkező elhasznált szerkezetek javításakor lehet hasznos.

Ilyen esetben a maradvány(ok)ból (pl. az elhasznált, eltört darabból) lézerszkenneléssel és megfelelő szoftver segítségével elkészíthető a hiányzó műszaki, gyártási digitalizált dokumentáció, és ennek segítségével az elhasznált darabot pótló új, csereszabatos, változat. [6]

Gyártás

A gyártástervezés

A konstrukciós tervek (design) alapján célszerű a gyártáselő-készítést elvégezni és ennek eredményét a következők, mint minta szerint áttekinteni:

- a gyártástervezéshez felhasználják-e a konstrukciós tervek digitális adatbázisát, kiegészítve az alkalmazott egyes gyár-

tástechnológiákra érvényes specifikus, (pl. darabolási, hegesztési, stb.) szoftverekkel,

- a minőségterv alapján elkészített gyártási sorrendterv alapján célszerű a tőrészek elemzését elvégezni és megvizsgálni, hogy valóban indokoltak-e, vagy túl szigorúak-e, vagy túlságosan nagy játékok engednek-e meg, segítik-e a pontos szerelést, vagy nem, illetve megvannak-e a megvalósításukhoz szükséges adottságok (eszköz, humán erőforrás),
- fontos döntés, hogy szükséges-e (szerelő, és/vagy hegesztő) párhuzamos és/vagy soros elrendezésű és kellő számú gyártó készülék, berendezés, gyártó sor alkalmazása,
- kiválasztani a leggazdaságosabb (pl. termelékeny, jó beolvadást, anyagátmenetet biztosító és kis deformációt okozó), és alkalmazható (engedélyezett) hegesztési eljárást,
- a hegesztők minősítése megfelelő-e, érvényes-e és szükséges-e újabb minősítés és hány fő (újra) minősítése,
- a gyártási ütemterv biztosítja-e, hogy a különböző gyártási műveletekkel, egy időben készülő, tervek szerint összetartozó darabok (az összeszerelendő) a tervezett időre készülnek-e el és így biztosított-e a késleltetés nélküli termelési folyamat,
- a hegesztési sorrendterv biztosítja-e a legkisebb deformációt és minimalizálja-e az egyengetési igényt. Ez utóbbi költséges utánmunkálási művelet, ami jelentős önköltségi tényező,
- meghatározott-e a minőség-ellenőrzés (eszközök, ellenőrzési eljárások, humán erőforrás, értékelési módszerek) és megfelelőség-igazolási eljárás (folyamata),
- a hegesztés utáni műveletek meghatározottak-e, és a hozzájuk szükséges eszközök, pl. (mobil) hőkezelő berendezés, stb. megvannak-e.

A számítógéppel támogatott gyártás

A hegesztett szerkezetgyártásban általában a számítógéppel segített tervezés mellett, illetve a gyártási folyamatok irányításához a tervezéssel párhuzamosan alkalmazzák a számítógépet, az IT-t (Információs Technológia). A termék piacra hozása idejének rövidítése (ami a versenyképesség egyik jelzője) miatt a modern gyártás teljesítőképességének növelésében a hegesztett szerkezet digitális megjelenítése és feldolgozása az egyik alapvető tényező.

A cél a gyártást előkészítő munka hatékonyságának növelése. Ennek egyik lehetősége az egyszer megtervezett elem, részegység adatainak a további megmunkáláshoz való felhasználása. Ez azt jelenti, hogy ne legyen szükség arra, hogy a megmunkálási és/vagy a technológiai előírások, munkautasítások elkészítéséhez, a néhány évtizeddel korábbi gyakorlatnak megfelelően, azokat a konstrukciós (design) rajzokból „kézi módszerrel” fejtsék ki. Ez a hagyományos út, és ez nagy emberi munkateljesítmények ráfordítását és jelentős szakmai ismereteket igényel, ezek ma már ritkán állnak rendelkezésre, hatékonyságuk a gépi eljárásokhoz kicsi, jelentős időt vesz igénybe, és ezért önköltséget növelő tényező is, továbbá megnöveli a gyártás átfutási idejét, a piacra jutást.

Ezt a tradicionális módszert váltotta fel az IT*, illetve a számítástechnika. Ennek segítségével az egyszer digitalizált formában már rendelkezésre álló információt, pl. rajz formában az alkatrész, vagy a részegység adatbázisát, úgy lehet felhasználni, hogy a következő megmunkálási fázishoz, pl. daraboláshoz szükséges és speciális – a műveletre vonatkozó – adatokat ebből generálják.

A CAD* adatok felhasználása és technológiai kiegészítésük elkészítésének első lépcsője az alkatrész geometria inputja és ennek verifikálása. A szoftver az alkatrész geometriai verifikálásával párhuzamosan a gyártási eljárások-

hoz, technológiákhoz is generál további, pl. az NC*-hez (számjegyzévléshez) szükséges adatokat. Az így kialakuló technológia-specifikus új adatbázis a már meglévőre épül, amelyet kiegészít az adott, pl. termálvágási technológiához igazodó kiegészítő információ (adat) halmaz. A két „adathalmazból” egy új minőségű adatbázis alakul ki.

Ilyen eset, pl., amikor a vágási tervek elkészítéséhez a CAD*-ben megrajzolt alkatrészek adatait lehívják és kiegészítik a speciális, pl. termikus vágáshoz szükséges adatokkal, mint, pl. azok, amelyek az optimált szabásterv (vágási sorrend) készítéséhez, a vágási paraméterek, (pl. a vágási sebesség, a vágási hossz, a vágási időszükséglet és a gázszükséglet) meghatározásához szükségesek.

A rendszer képes a számítógépes számjegyzévlés (CNC*) adatait a belső információs hálózat segítségével közvetlenül a megmunkáló gépek vezérléséhez küldeni.

Az ilyen rendszer a különböző tevékenységet végző gyártók, szolgáltatók közötti együttműködést is hatékonyra teheti, mert pl. a cég egyik részlege, vagy beszállítója készíti a szabástervet, és onnan, ahol a vágási programot készítették, vezérelhetik egy másik üzemben (vagy másik városban, akár egy másik, beszállító/álvállalkozó kooperáló partnernél) levő CNC* megmunkáló, (pl. termikus (láng)vágó) gépeket.

Azoknál a vállalatoknál, gyártó üzemekben, vagy műhelyekben, ahol a CAD/CAM* rendszert alkalmazzák a papíralapú dokumentáció, pl. műhelyrajzok, készítése lényegesen csökkenthető, vagy szükségtelenné válik. (megjegyzés: * kifejtését lásd később)

A gyártás néhány fontos művelete és az önköltség kapcsolata

Az önköltség és a gyártandó darabszám kapcsolata ismert, ezért itt nem részletezzük, bár az önköltségben a gépi megmunkálás költsége jelentős lehet, amit az önköltség meghatározásokor figyelembe kell venni, de most főleg a technológiai lehetőségek és az önköltségi minőségi kapcsolatát vizsgáljuk.

Egyengetés

Az alapanyag felülettisztítása után a gyártás „első lépése” a lemez, az alapanyag egyenességének, egységességének (síkban fekvése helyességének) ellenőrzése és a szükséges korrekció, az egyengetés elvégzése. Ez – a sokak szerint felesleges és nem látványos művelet – azért szükséges, mert a lemezek deformációja befolyásolja a belőlük készülő fémszerkezeti alkatrészek pontosságát. Ha az eltérés (alak és méret-hiba) a helyszínen, beépítéskor derül ki, akkor jelentős időt vehet igénybe a javítás, és ez indokolatlanul növeli az önköltséget. Ennél is rosszabb, ha pl. a helyszíni szerelésnél nem végezhető el az egyengetés, akkor „ide-oda” kell szállítani, ami növeli az önköltséget és idővesztés. A helyszíni munka, így a javítás is, többnyire időigényesebb, mint a „törzs” üzemben végzett művelet ezért rontja az önköltséget. [8]

Az egyes sík, főleg lemezalkatrészeknél a hegesztés előtt és néha már a hegesztési varrattal rendelkező sík munkadarabon többnyire hidegalakítással (pl. hajlítással, nyomással, illetve hengerléssel, stb.), vagy meleg egyengetéssel biztosítják az előírt síkfelületet és egyenességet, az alakhúséget. Ha ez elmarad, akkor az egyengetést, vagy a részegységen (nagyobb méretű alkatrészen), vagy a részben kész, vagy az elkészült terméken kell elvégezni. Ez pedig tovább növeli az önköltséget és a kivitelezés körülményei is sok esetben megnehezítik az egyengetési munkát.

Darabolás

Széleskörűen elterjedt a lézerrel, a plazmával, vagy az oxy-acetilén lánggal vágott alkatrészek előállítására, de használatos a mechanikus (ollóval, nagy nyomású vízszugárral végzett) darabolás is.

A vágóberendezések gyakran a közvetlen programozású CAM* szoftver segítségével működhetnek, és ugyanaz a berendezés használható a jelöléshez, a daraboláshoz és az illesztési, leélezési vágáshoz (beszabáshoz).

A vágott felület minősége fontos jellemző, mert eltérés esetén, vagy megnő a varrat térfogata és ezzel a hegesztés mennyisége, és az ezt követő egyengetés költsége, vagy a felületi hiba később – az üzemi igénybevétel hatására – repedés kiindulási hely lehet.

Az összetett és geometriailag pontos felületet előállító gépi művelet – megfelelő terhelés (darabszám) esetén – csökkenti az önköltséget.

Lyukasztás:

Ez veszélyes művelet, és elvégezhető termikus és mechanikus eljárással. A nem megfelelő minőségben mechanikus lyukasztással, kicsípéssel kialakított és hibás (egyenetlen, bemetszéses, stb.) felület repedés kiindulási helye lehet, pl. a fázasztó igénybevétel hatására (punching shear failure). A felületi eltérést meg kell szüntetni, és ez újabb önköltség növekedést eredményez, vagy a szerkezet korai tönkremenetelét – v.ö. az élettartamköltséggel.

Csavarkötések

Vannak országok, ahol a szabadtéri kötések csak csavaros kötések lehetnek, Európában azonban nem. A helyszíni hagyományos csavaros kötésű tartó (gerenda) illesztés helyett a hegesztett kivitelű is elfogadható.

A csavarkötések helyszíni kivitelezése általában „könnyebb” (beállítás, rögzítés, stb. elvégzése), mint másfajta kötések létrehozni, tehát az önköltségre gyakorolt hatását célszerű meghatározni.

Hegesztés

Célszerű a jellemzően nagy q/v -vel (vonali energiával, hő-bevitellel) jellemezhető hegesztési eljárásokat főleg a közepes vastagságú, illetve a vastag alapanyagon (pl. lemezeken), a hosszú és egyenes kötések készítéséhez alkalmazni. Erre a célra fedett ívű és a védőgázas leolvadó elektródás ívhegesztés (valamint a salakhegesztés) rutinszerű alkalmazása a jellemző.

Hegesztés során a teljes átolvasztást kell, pl. a főtartók esetében is, megvalósítani. A hegesztéseket, célszerű ez lehetséges egy oldalról és egy sorral készíteni. Például a kb. 25 mm vastag lemezek esetében V varratra az illesztési rés mérete egyes adatok szerint 0..10 mm, általában azonban 3 mm és a kötés teljes hosszában egyenletes, azonos szélességű, a leélezés szöge az alkalmazott hegesztési eljárás, stb. függvényében kb. $50^\circ \pm 10^\circ$, az éleltolódás max. ± 2 mm lehet. [7]

A nagy igénybevételnek kitett kötések, pl. az említett „V” kötések is, célszerű az ipari alkalmazás előtt (fáradási és szívóssági) vizsgálatoknak, pl. az eljárásvizsgálaton kívül is, alávetni. Az önköltség és a varratalak (pontosság) viszonya jelentős, mert – mint korábban erre utaltunk – a gyártási időt és a felhasznált hegesztőanyag mennyiségét befolyásolja.

A nagy hőkoncentrációjú (vonali energiájú) hegesztési eljárások előnye, hogy a hegesztési művelet termelékenységét (hatékonyágát) javítják. Az is előfordul, hogy a fent

említett hegesztési eljárásokkal készített varrat szívóssága a széles hőhatásövezet és az itt kialakuló szemcsedurvulás miatt nem az előírt értékű lesz. Hivatalosan ezért egyes termékek előállításához néhány országban nem engedélyezik, vagy külön engedély szükséges az alkalmazásukhoz, pl. tartály-, hajó-, és hídépítés esetében jóváhagyott hegesztéstechnológia szükséges az alkalmazásukhoz.

Az önköltség és a hegesztéstechnológia kapcsolatát folyamatosan célszerű vizsgálni.

Erre vonatkozó egyik kutatási téma, mind az USA-ban, mind Japánban a hegesztett kötés szívóssága növelési lehetőségének vizsgálata.

Helyszíni hegesztések

A szabadtéri szerelés fajlagos költségei nagyobbak, mint az üzemi tevékenységé, ezért a logisztikának és a hegesztési technológiának jelentős szerepe van az önköltség alakulásában. Azt is érdemes megfontolni, hogy milyen módszerekkel biztosítható a folyamatos, vagy a minél kevesebb akadályoztatás melletti munka. A szabadtéren célszerű a hegesztésnek védelmet nyújtó, „jól működő” hatékony védőtetőt alkalmazni. A megfelelő védelemmel és felügyelet mellett a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztések is alkalmazhatók, a tömör huzalon kívül, portöltetű (porbeles) elektródákat is használnak, és bizonyos szélesebbéig lehet még különleges kialakítású védőgáz-terelő fúvókát használva is hegesztetni.

Az egyes merőleges helyzetű elemek, pl. a *merevítő gerincének hegesztéséhez* automata elektrogáz hegesztés, a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés porbeles és/vagy tömör huzalelektrodás változata is alkalmazható.

Az *övek szabadtéri (külszíni) hegesztéséhez* is gyakran használják a fedett ívű hegesztést, a fogyóelektródás védőgázos, a fogyóelektródás impulzus védőgázos, vagy a porbeles elektródával végzett fogyóelektródás ívhegesztést, az automatikus elektrogáz hegesztést.

Ezek a hegesztési eljárások kézi, félautomatikus (részben gépesített) és automatikus (teljesen gépesített) változatban fordulnak elő. A nagy termelékenységű hegesztéssel (helyes varrat előkészítés mellett) biztosítható a kevés varrathiba és a varratban a kis mennyiségű H_2 jelenléte.

A következő kérdést célszerű korrekten megválaszolni: „Az alkalmazott hegesztési eljárást az önköltségre gyakorolt kedvező hatása miatt használják-e?”, vagy: „Ismertek-e az egyes változatokra érvényes reális önköltségtényezők, vagy ezeket tradicionális módon, rutinszerűen, alkalmazzák?”

Hegfűrdő megtámasztás – egyoldalú hegesztés

Egyoldalú, nagy-teljesítményű hegesztésekhez a Távolság-Keleten főleg kerámia alátéteket alkalmaznak [1,2], mind fedett üzemi területen, mind szabad téren a horonyvarratokhoz és a vékony övlemezekhez is. Ez a módszer kiküszöböli a lemez átfordítását, átrokadását és hegesztés után a gyök kimunkálását és újra hegesztését.

Megvizsgálandó azonban, hogy ezt az eljárást a meglévő előírások milyen körülmények között engedélyezik, illetve ha szükséges, akkor ezek módosításával milyen körülmények biztosításával (hogyan) lehet szélesebb körben alkalmazni, illetve, hogy a minőséget nem rontja-e és ezért alkalmazása valamilyen előfeltételek teljesüléséhez köthető.

Előnyös az egyszerűen és gyorsan („felületi nyom, sérülés nélkül”) *eltávolítható hegfűrdőtámasz* alkalmazása.

A hegfűrdő megtámasztók értékelése esetén maga az a tény fontos, hogy egyáltalán eltávolíthatók-e, és csak másodsorban az, hogy az eltávolítható és a rendelkezésre álló

hegfűrdő megtámasztó változatok közül *melyiket és milyen igénybevételű munkadarabhoz célszerű alkalmazni.*

Az viszont fontos, hogy az el nem távolított, illetve az el nem távolítható, például beolvasztott bármilyen típusú, fajtajú hegfűrdő támaszokat szabad-e egyáltalán alkalmazni, mivel azok általában nem kívánatos belső feszültségeket ébresztenek és ez később fáradást, vagy repedést okozhatnak, de még a korróziós veszély is fennáll. A beolvasztott (fém) hegfűrdő megtámasztó viselkedési mechanizmusa az, hogy amikor a megömlött alapanyag és hegesztőanyag a varratvályúban összekeveredik a fűzővarratokkal rögzített hegfűrdő megtámasztóval, azt részlegesen megömlészhetheti és dermedés után belsőfeszültségek és a bemetszéshez hasonló alakzatok alakulhatnak ki.

A beolvasztott alátétellel készített hegesztett kötést nem táncos fázasztó, dinamikus igénybevételnek kitett, de valójában semmilyen, szerkezethez sem használni.

Ha az el nem távolítható, fixen rögzített hegfűrdő megtámasztót el kell távolítani ez többnyire (pl. fejfeletti helyzetben végzett) kőszőrüléssel, vagy vágással lehetséges. Ez többletmunka és a felület sérülését is okozhatja, ami az előbb említett (fáradási, repedési, korróziós, stb.) veszély, vagy kár kialakulását eredményezheti. Ez a veszély lényegesen csökkenthető, ha eltávolítható nem-fémes, de nem is keramikus, hegfűrdő megtámasztásokat alkalmaznak.

Célszerű az olyan kialakítású megtámasztó amikor a munkadarab felé eső részén (konkáv) vályú van, ami lehetővé teszi a gyökvarrat mérsékelését, de még elfogadható túlemelkedését és átmenettel csatlakozását mind a két alapanyag-félhez. Az ilyen hegfűrdő megtámasztó hegesztés után egyszerűen eltávolítható, és alkalmazásával jó minőség és költségmegtakarítás érhető el.

Előmelegítés

Célja a hegesztési hőfolyamatok befolyásolása, főleg a lehülési sebesség csökkentése, de az előmelegítést ha lehet, minden lehetséges módon célszerű kerülni, mert költséges és műszakilag nehéz megbízhatóan kivitelezni.

Az előmelegítés úgy kerülhető el, ha kis C tartalmú, vagy kis CEV értékű acélokat használnak, továbbá kis H tartalmat eredményező és/vagy nagy hőbevitelű hegesztési eljárást alkalmaznak.

Az előmelegítést a legtöbb helyen „gyakorlatilag nem alkalmazzák”, ezért célszerű a megbízható minőség miatt inkább, pl. a TM* acélokat felhasználni, mert mint korábban említettük, az általános, járatos vastagsági tartományban többnyire nem szükséges, vagy csak alacsony hőmérsékletre kell előmelegíteni.

Robotok alkalmazása

A modern gyártók, pl. a merevítő gyártásához hegesztő robotokat használnak és többnyire a varratok végeit körbehegesztéssel zárják le.

A robotok közül néhányat kivágáshoz és a sarkok leköszőrüléséhez, lekerekítéséhez is alkalmaznak. Az újak számítógépes nagy sebességű technikát Japánban fejlesztették ki és tették alkalmassá a robotokkal készített sarokvarratos kötések hegesztéséhez. A nagy és nagymértékben automatizált gyárak főleg Japánban fel vannak szerelve a zárt szelvényű tartók, vagy vékony lemezből készülő derékszögű, korlátozott méretű (tömeg és méretkorlátozás miatt) elemek, „egység dobozok” gerincének és öveinek un. „könnyű robottal” történő hegesztésére. [9]

Zárt (négyyszög) szelvény átmenete I szelvénybe

A kiinduló darab a négyyszög alakú zártszelvény, vagy cső. Ennek a vége felé két párhuzamos oldalt a négyből egy gerinccé alakítanak és az alul és a felül maradó két folytonos elem az I tartó (széles) övei. A csomópontba kötés, pl. csavarokkal, így egyszerűen elvégezhető. A vizsgálatok szerint a törésmentes, folytatódó, sima, lágy átmenetű kontúr a fáradás és a korrózió miatt előnyös.

A csövek esetében a teljesen lezárt csőnyílás csökkenti a korrózió lehetőségét. Ez a megoldás is olyan innováció, ami önköltség csökkenést és minőség javulást jelent.

Minőségirányítás – minőség-ellenőrzés

A kivitelező napi munkája során a belső minőségirányítást és minőség-ellenőrzést (quality assurance, quality control: QA/QC-t) általában alkalmazza.

A nagy, összetett termékek gyártásánál a megrendelő (tulajdonos) felügyelői gyakran a szerződés megkötése és/vagy a munka megkezdése előtt, majd a kivitelezés alatt is, és a végén is auditálják a gyártó üzemet.

Ma már valamennyi jelentős cég rendelkezik ISO 9001 és/vagy ISO 3834 szerinti és egyéb – harmadik feles – tanúsítással. Az ISO 9001, illetve az ISO 3834 szerinti (harmadik feles független) tanúsítást általában a legtöbb megrendelő elfogadja, mint annak igazolását, hogy a gyártó minőségjelöltései adekvátak és ezért nem szükséges, hogy a megrendelő, illetve a termék tulajdonosának (beruházójának) szakértői, ellenőrei, vagy tanácsadói a gyártás fölött állandó felügyeletet gyakoroljanak, mert a termék azonos szintű és állandó minősége biztosított. Így erre a tevékenységre külön költség nem merül fel, és a minőségirányítási rendszer költségeit tekintve, „önfenntartó” lehet.

Vizsgálatok, ellenőrzések

A vizsgálatokat (azok helyét, terjedelmét, eszközeit, a vizsgálatot végzők kompetenciáját, az értékelést, stb.-t) a minőségterv és a szerződés alapján célszerű előírni és végrehajtani.

A hegesztett kötések roncsolásmentes ellenőrzésére Japánban is leginkább az ultrahangos vizsgálatokat alkalmazzák.

A fejlesztési törekvés, hogy olyan roncsolásmentes vizsgáló eljárást alkalmazzanak, amely gyors, használata egyszerű és regisztrátumot készít, továbbá nagy a hibafelismerési és értelmezési biztonsága, pontossága és a vizsgáló személyzetnek is biztonságot nyújt.

Automatikus mérés és dokumentálása

A szállítónak a megrendelő részére általában át kell adni egy munka/létesítési/megvalósítási ütem- és/vagy minőségtervet, aki többnyire bármikor minőség- és teljesülés ellenőrzést végezhet. Ezek az ellenőrzések nem helyettesíthetik a megrendelő és szállító közötti bizalmat és az üzleti tisztességet.

Általában, ahol van harmadikfeles tanúsítás, és a bizalom is megvan ott nincs, vagy csökkentett a kivitelezés alatt a vevő ellenőrzése, mert a „vevő szemes” ellenőrzést maga a kivitelező, a vállalkozó végzi el.

A megrendelő azonban többnyire ellenőrzi az alaphegesztőanyag szabványnak való megfelelését és a vizsgálati jegyzőkönyveket, a megfelelés igazolásokat.

Ha az anyag nem szabványos (és felhasználását adott esetben előírás nem tiltja) akkor erről a tényről külön megállapodást köt a megrendelő és a fővállalkozó (a szállító).

Ez az általános japán gyakorlat. Az USA-ban viszont a megrendelő ellenőrzőket helyez ki a gyártóhoz/szállítóhoz. [2]

Betartott szabály, hogy az ellenőrzést a legnagyobb gondossággal, precizitással kell elvégezni. A japán gyakorlat az, hogy az acélszerkezeti iparban általában nagyobb hangsúlyt fektetnek a minőség-ellenőrzésre, mint pl. az USA-ban, vagy Európában. A szerelés, az illesztés pontosságának ellenőrzését még akkor is elvégzik, ha a furatokat, pl. NC* fúrógéppel készítették.

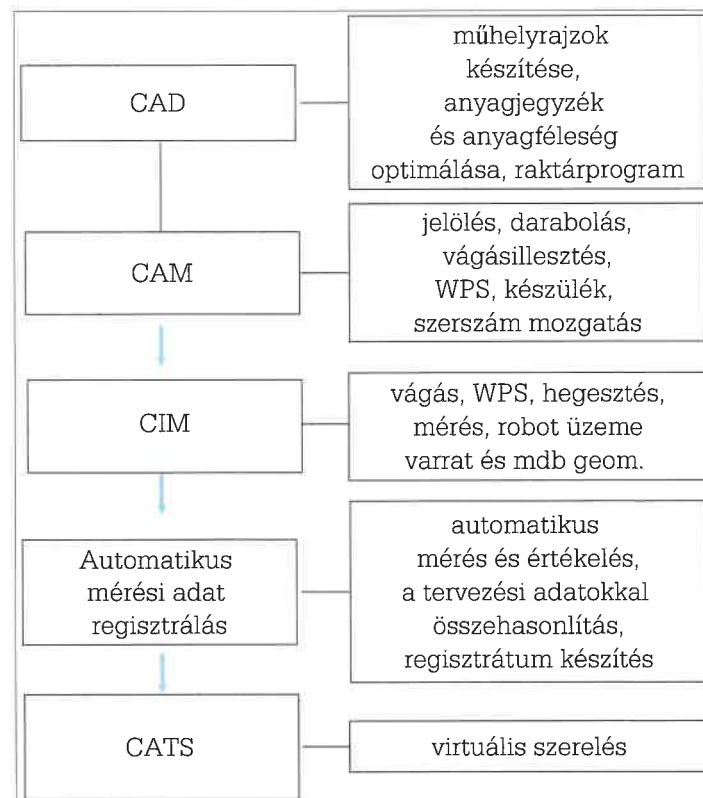
A helyszíni szerelésnél is a gyártó üzem részére előírt pontossági előírások érvényesek, tehát nincs kedvezmény a felállításkor.

A gyártástervezést, de a konstrukciós (design) tervezést végzőknek is egyik fontos feladatuk, hogy megvizsgálják, hogy melyek azok a darabok, amelyek tűrése inkább megkönnyíti, gyorsabbá, biztonságosabbá és az önköltséget tekintve kedvezőbbé teheti a felállítás helyén a szerelés elvégzését.

Általános elv, hogy a lehető legnagyobb tűrésű darabok készüljenek, a túl pontosak önköltsége jelentős, amit a vevő többnyire nem térít meg. A szigorúbb pontossági előírások betartása, a gyártó telephelyén (műhely körülmények között) biztonságosabban teljesíthető, mint a helyszínen.

Ha nincs arra lehetőség, hogy az ilyen munkadarabokat az üzemben készítsék el, akkor a helyszíni kivitelezéshez részletes technológiai utasítás szükséges és a szerződésben az erre célra allokált költségek felhasználásával lehet a feladatot megoldani.

Az illesztési hely (helyzet) pontos kijelölése optikai úton végezhető, ez az ún. ön-helyező rendszer (self-positioning system), amely háromszögelés (triangulation) és két fix



1. ábra A gyártás „új” rendszere:

helyzetű fényforrással automatikusan ellenőrzi a felállítandó darab, vagy az azt tartó, szállító eszközök (uszály) helyzetét.

A gyártó igénye nemcsak termelési folyamatok, hanem az ellenőrzések, mérések esetében is a gyors, megbízható, lehetőleg automatikus dokumentálással végzett mérés, ellenőrzés, tehát az eredmények „automatikus” regisztrálása, a megfelelőség igazolására fordított idő lerövidítése.

A varratok ultrahangos ellenőrzésnél az egyik eljárás az automatikusan és digitálisan regisztrált ultrahang vizsgálati eredmények rögzítése, regisztrálása, akár impulzus, vagy visszhang stb. technikát használnak, vagy az üzemben, vagy a helyszíni szerelésnél végzik a mérést. Ez az eljárás még tartogat további fejlesztési lehetőséget, és megbízhatóságát is tovább kell növelni.

Az automatikus mérés egy másik változatával lehetővé válik a hegesztési paraméterek folyamatos, géppel végzett ellenőrzése és értékelése, valamint ennek alapján akár az automatikus beavatkozás is. Ez jelentős mértékben hozzájárul a minőség-ellenőrzés hatékonysága javításához és az elvégzett ellenőrzések számának, az alkalmazási terület növeléséhez, kiterjesztéséhez, a monitorozáshoz, az eredmény regisztrálásához, az archiváláshoz, a jobb nyomon követéshez és ezek eredményeként a hatékony minőségirányításhoz. Ezek összességükben, az önköltséget kedvezően alakítják.

Automatikus regisztrálás, és a fémszerkezetek számítógéppel segített virtuális szerelése és vizsgálata [1] [2]

*Az egyes programok – tevékenységek rövidített jelölései *:*

CAD – computer aided design – számítógéppel támogatott tervezés, pl. termékspecifikus rajzoló program, 3D kiegészítés + forgatás, pl. AUTOCAD,

CADD – computer aided design and drafting system – számítógéppel támogatott rajz és vázlat készítés,

CAM – computer aided manufacturing – számítógéppel támogatott gyártás, pl. a CAD adatbázisán, a rajzból a gyártási adatok és dokumentumok készítése, pl. hegesztési sorrend, WPS – lapok stb.,

CIM – computer integrated manufacturing, számítógéppel támogatott integrált megmunkálás, pl. robotcellával,

CAQ – computer aided quality management – számítógéppel támogatott minőségirányítás,

CATS – computerized assembly and test system – számítógéppel támogatott szerelő és vizsgáló rendszer, pl. a hegesztett elem méreteinek regisztrálása, különböző mérési szoftverek közül lehet választani, minden építési/gyártási fázisra elkészíthető a virtuális szerelés és majd az egész szerkezetre is, és ennek alapján lehet a helyesbítéseket is elvégezni,

X – mdb.geom. – munkadarab geometriai méretei,

IT – information technology – információs technológia,

NC – numerical control – számjegyvezérlés,

CNC – computer numerical control – számítógépes számjegyvezérlés,

TM – termo-mechanikus eljárással gyártott acél,

TMCP – thermo-mechanical control processing – termo-mechanikus vezérlésű folyamat.

Általános törekvés és gyakorlat különösen nagyméretű (esetleg bonyolult) fémszerkezeteknél, az, hogy elkerüljék a helyszínen végzendő helyesbítéseket (javításokat) és a felállítás helyén már a megfelelő minőségű elemek, részegységek legyenek.

A gyártó ezért vagy a telephelyén, vagy a felállítás közelében próbaszerelést, összeállítást végez. Ebből következik, hogy a végső szerelés előtt, a gyártó telephelyén belül a nagyméretű és nagy helyigényű darabok részére „üres” (pl. daruzott, anyagmozgató berendezésekkel kiszolgálható) szerelőhelye(ke)t kell fenntartani és még a tárolást is meg kell oldani. Ettől bonyolultabb a felállítás helyén végzett azonos művelet. Ezek pedig az önköltséget, ha különböző mértékben is, de növelik.

A helyszíni szereléseknél sok esetben a kivitelezőnek a szerelési helyszínen kell például a furatok helyét kijelölni és a fúrást is elvégezni, vagy a meglévő (gyártó telephelyén elő, vagy nagyoló fúrással elkészített) furatokat dörzsárral a végső méretre felszabályozni. Ez még tovább növeli a gyártási időt és az önköltséget. Hasonló ehhez a hegesztendő munkaigényes elemek helyezése, tájolása, rögzítése, hegesztése és a varrat ellenőrzése.

A több helyen gyártott, de egy terméket alkotó elemek, részegységek esetében az egy helyre próbaszerelés végett történő szállítás még tovább növeli az önköltséget és meghosszabbíthatja a gyártási átfutási időt.

Számítógépes szimuláció

Napjainkban a fémszerkezet digitális bemutatására, kezelésére, tehát konstrukciós és technológiai feldolgozásához, pl. a CAD/CAM* képesség megléte alapvetően fontos. Az IT* többek között alkalmas arra, hogy vele verifikálják a munkadarabra vonatkozó adatokat, ha szükséges, akkor ezeket helyesbítsék, majd kialakítsák a gyártást támogató, vezérlő adatbázist.

A számítógépes mérési rendszer a bonyolult szerkezetek felállításának és szerelésének szimulálására és a gyártó üzemben végzett szerkezeti elemek próbaszerelésének elkerülésére szolgál – célja a gyártási átfutási idő és az önköltség csökkentése.

A következőkben egy ilyen japán rendszert ismertetünk.

A gyártás során készült munkadarabok és az összeszerelt részegységek ellenőrzéséhez különböző geometriai mérési rendszerek, módszerek használhatók.

Ma rendelkezésre állnak a legegyszerűbb digitális ellenőrző, felülvizsgáló berendezésektől az egyre bonyolultabb számítástechnikával támogatott szerelési teszt rendszerekig (pl. CATS*) a különböző műszaki-, és költségjellemzőkkel rendelkező eszközök és eljárások.

A nagyméretű munkadarabok mérésére az automatikus 3D-s mérőgépek a munkadarab méretei miatt általában csak korlátozott mértékben, vagy speciális kialakítással használhatóak.

A gyakorlat szempontjából előnyös egy másik megoldás (CATS*): a lézerszkennerek, mint a mérőeszköz rendszer részének a használata. Az egyes munkadarabokon végzett méréssel rögzített digitalizált adatokkal és megfelelő, alkalmas szoftver alkalmazásával 3D-s kép adódik, és ez már alkalmas, az ún. virtuális szereléshez.

A CATS*-el lehetővé válik, hogy a valóságos szerkezetet, alkatrészt ténylegesen mérjék, és az így kapott, regisztrált és digitalizált mérési adatokat pedig összehasonlítsák a CAD/CAM rendszerben előállított (rajzolt és generált) geometriával (méretekkel).

Ez tehát virtuális körülmények között végzett alak- és méretpontosság ellenőrzés. A megfelelőség értékelésnél a szubjektum egyre kisebb szerephez jut, így a minősítéshez szükséges alapadatok meghatározásánál, az értékelésnél „szinte már nincs is” ténylegesen benne az ellenőrzés fizikai

folyamatában. A virtuális szerelési eljárással biztosítható a szerkezet teljes geometriai regisztrátuma.

A megrendelők, a vevők is egyre gyakrabban fogadják el az üzemi próbaszerelések nélkül, virtuális eljárással ellenőrzött termékeket. Ez azonban ma még vevőről, vevőre és országról országra változó mértékű. Az elfogadási arány Németországban és Angliában kb. 10 – 20 % körüli és ez ma a leggyakoribb.

Részletesen a CATS* – ról [3]

A Yokogawa Bridge Co. japán hídépítő cég un. virtuális szerelésre, összeállításra kifejlesztette és bevezettette a CATS* rendszert. Ennek segítségével virtuálisan imitálni lehet a nagyméretű, bonyolult acélszerkezeti darabok összeszerelését, és ezzel sok esetben szükségtelenné válik a tényleges, fizikailag megvalósított próbaszerelés.

Ez azt jelenti, hogy gyakorlatilag megvalósult a CÍM*, ami ma már minden jelentős hegesztett szerkezetet gyártó cég stratégiájában is megtalálható fejlesztési tevékenység.

A számítógéppel segített vizsgálórendszer (CATS*) például az acélhidak esetében átveheti a hagyományos üzemi próbaszerelés szerepét.

Az eljárás rövid bemutatása

A cél, hogy a termelési folyamat során keletkezett hiba mértékét megállapítsák és az adatok felhasználásával az eltérést úgy helyesbítsék, hogy próbaszerelésekre ne legyen szükség. Ennek egyik módja, hogy a lézerszkennelrel támogatott mérésrel kapott adatokat összehasonlítják (rajzokon levő) a már korábban digitalizált, tervezési (design, CAD*) adatokkal, és a számítástechnikai adatbázissal és meghatározzák az eltérést, aminek helye és mértéke az egyes részegységeken pontosan azonosítható.

Ez az innováció általában szükségtelenné teszi a próbaszerelést és biztosítja a darabok és a szerelési egységek előírt pontosságát, és kiegészítésként, pl. a görbültre, vagy a helyszíni szereléskor az alátétlemezek vastagságára vonatkozó méreteket, adatokat is.

Az eljárás különböző területeken történő alkalmazása:

- a CCD kamerák alkalmazása lehetővé teszi egyidejűleg több pont mérését,
- 20 m hosszú darabok mérése lehetséges úgy, hogy a darabot szekciókra bontják és 10 méterre vonatkoztatva a teljes mérési pontosság 1 mm, vagy ettől is kevesebb,
- a fizikailag meglévő darabról felvett mérési adatokat összehasonlítják a tervezéskor meghatározott adatokkal azért, hogy megállapítható legyen az egyes alkatrészek (részegységek, szerelési egységek, stb.) alak- méreteltérése, ha ilyen van.

A rendszer hardvere alapvetően az érzékelőkből és (a digitális fényképezőgépekben is alkalmazott) **CCD** (Charge-Coupled Device: azaz töltés-csatolt eszköz) egységekből áll, ez alkalmas a fény digitalizálására. A méréshez, az ellenőrzéshez a nagyméretű darabokat, mint pl. a főtartókat, vagy a merevítőket, vagy tartógerendákat mozgatható „kocsira” helyezik, majd a fix helyekre felállított kamerák látóterébe viszik. A Yokogawa cég mérési eljárásához négy kamerát alkalmaz és a fotogeometriai adatokat számítástechnikai úton dolgozza fel, továbbá minden egyes felmért munkadarabról 3D-s képeket készít.

Az egyes mért elemek geometriai alakja úgy nyerhető, hogy a fix telepítésű kamerákból és más mérési helyekről érkező adatokat számítástechnikai úton összekapcsolják. A lézer

kamerák, az elektronikus (szint) érzékelők a munkadarabok jellemzőit (pl. a vízszintest, a függőlegest és a szögtorzulásokat) rögzítik. A munkadarabokon mérésrel felvett és digitalizált adatokat speciális szoftverrel, számítástechnikai módszerekkel feldolgozzák. Az adatok végül a kamerákból és a többi mérőeszközből a mért munkadarabok alakjára és méreteire vonatkozóan digitalizált formában rendelkezésre állnak és ezt rávetítik a darabok CAD* rajzára. Az eredmény, hogy az erre a célra fejlesztett (különleges) szoftver futtatásával az ellenőrzött és a tervezett darab képe a számítógép monitorján megjelenik. Tehát szimulációs úton az összeszerelt szerkezet képe, vagy annak egy része, mint egység látszik és ezen a korrekció, a helyesbítés helye és mértéke pl. más színnel.

Az esetlegesen szükséges korrekció minden egyes elemre, tehát elemenként, pontosan meghatározható.

Az egyes ellenőrzött szerkezeti elemekből virtuálisan kialakítható (próbaképpen összeépíthető) a teljes (összeszerelt) szerkezet, illetve annak (virtuális) képe, mivel a mérés és az adatfelvétel azonos rendszerű és összehangolt.

Az egyes elemekre vonatkozó minden eltérés, illetve a szükséges korrekció (helyesbítés) mértéke, amelyet a munkadarabon el kell végezni, a monitoron látható jelzések alapján azonosítható és a korrekció mértéke is meghatározható. A javítás ennek alapján megtörténhet és ez kisebb költséget jelent, mivel a gyártó telephelyén még a helyszínrre történő kiszállítás előtt végezhető.

A japán cég esetében a méréshez, az adatfelvételhez szükséges idő a darabok mozgásával együtt kb. 50 min, a mérési hossz kb. 15 – 20 m és a pontosság 10 méteren 1 mm volt.

A Yokogawa cég módszerével, pl. egy 100 m nyílású (feszítávú) kész ívhíd esetében a tervezett és a ténylegesen, mért hossz közötti különbség 4 mm volt. A merevítő gerenda függőleges kihajlása (ívelése, görbülete) a megengedett 25 mm-es tartomány fele volt. A számítógép szimulációval biztosítható volt, hogy az alátétlemezek vastagságát is pontosan meghatározzák és így erre a helyszíni szerelésnél már nem volt szükség. A CATS* alkalmazásával a gyártási idő ennél a hídnál, kb. két hónappal volt rövidíthető.

A termékre vonatkozó részletes regisztrátumok (információk), és a jelentősen megjavult gyártási pontosság lehetővé teszi, hogy a vevő, vagy bárki más, pl. kevesebb minősítő mérést, ellenőrzést végezzen, és ez az önköltséget tovább csökkenti.

Hegesztett gépszerkezetek

A hegesztett gépészeti munkadarabok, pl. a Caterpillar cég földmunkagépének [4, 5] egyes nagyméretű elemeinek mérésére az un. GridLok mérőrendszert alkalmazzák. A CimCore [5] által szabadalmaztatott un. GridLok rendszerrel akár 60 x 60 méter nagyságú munkadarab is mérhető és a pontosság $\pm 50 \mu\text{m}$. A szabványos hordozható koordináta csuklókaros mérőgépcsald 1,8 m, 2,4 m, 2,8 m és 3,6 m kar kinyúlású változatokból áll és, pl. az 1,8 m kar kinyúlású mérőgép pontossága a mérési tartományon belül bárhol: $\pm 0,02 \text{ mm}$. Az eljárás lényege, hogy van egy mátrix jellegű alaplemez, amiben négyzethálós elrendezésben lyukak, nyílások vannak. A csuklókaros mérőgép állványát erre helyezik és az érzékelővel szerelt, érintő mérőfejjel három lyukat megérintenek. A mérőállványon van még egy számítógép (lap-top) és ez a megfelelő speciális szoftver segítségével, a négyzethálózhoz igazodóan, a mérőegység saját helyzetét automatikusan meghatározza és ezután a négyzethálóra helyezett tárgy mérése meg is kezdődhet. Ha nincs mérés, akkor ez a műhely terület más célra hasznosítható, majd a mérés idejére szabaddá kell tenni.

Tehát hardver oldalról a nagyméretű darabok (lézer alapú) méretellenőrzése elvégezhető.

A gyártó a gyors és pontos mérő, illetve minősítő rendszer alkalmazásával a rugalmasságát javítja, mert az éppen elkészült új termék gyors (mennyiségi és minőségi) átvétele elvégezhető. Ezzel biztosítható pl. a munkadarab gyors továbbítása a következő megmunkáló állomáshoz. Az is lehetséges, hogy felgyorsítható a Just-in-Time (JIT) megkövetelte közvetlen műveletközi-, és/vagy a raktári készlet feltöltése, az áru átvétele, minősítése. Ezekhez pedig szükséges a minősítő mérések rugalmas és gyors elvégzése, amit a gépi mérőrendszerek biztosítanak.

Arra is lehetőség van, hogy real-time geometriai méret- és külön felület ellenőrzést végezzenek. Ekkor a munkadarab CAD modelljéhez, mint alaphoz viszonyítva elvégzik az összehasonlítást, és ehhez az adatokat a munkadarabról a lézer letapogató gyűjti össze. [4]

A programcsomag ezen kívül a *reverse engineeringhez* szükséges pontfelhő funkciót is tartalmazza.

A lézer adatgyűjtő (letapogató) másodpercenként kb. 23.000 db. adatot gyűjt, ezt elemzi, értékeli, minősíti és szűri. A karos-csuklós, hordozható kivitelű mérőeszköz biztosítja, hogy egyszeri művelet során az adatokat a munkadarab minden területéről össze lehet gyűjteni. [5] Ez az innováció is segít csökkenteni az üzemben belüli próbaszerelés és a vizsgálat idejét, és az önköltség is csökkenhet.

A felállított szerkezetek helyszíni monitorozása

A japán gyakorlat szerint a hidak és egyéb szerkezetek felállítása és használatba vétele után a dinamikus igénybevétel jellemzőit rendszeresen mérik, az eredményeket összevetik a tervezéskor figyelembe vett in-put és számított adatokkal.

Tehát általában mérik a szél és a földrengés okozta gyorsulásokat, továbbá ezeken kívül a hídtartó tornyokat, kapukat (pilonokat) forszírozott rezgéssel, vibrátorral is megterhelik és mérik a szerkezet rezgéscsillapító képességét.

A kész hidak hasonló vizsgálata pl. még az USA-ban is nagyon ritka.

Az automatikus regisztrálás bevezetéséhez célszerű intézkedések

- a jelenleg az egyes termelő helyeken, üzemekben meglévő mérési rendszer és technológiák kritikai értékelése,
- az előszerelési szempontok szerint megvizsgálni a digitális geometriai mérések kivitelezhetőségét, megbízhatóságát,
- az elkészült alkatrészek geometriai méreteinek digitális formában történő meghatározásának kiterjesztése a virtuális előszerelésre, összeállításra,
- egy pilot- projekt megvalósítása.

Összefoglalás – ajánlások

Fejlesztési javaslatok

az élettartam költségek figyelembevételével

- a mértékadó igénybevételnek megfelelő alapanyagok alkalmazása, és ehhez az anyagféleségek széles körének napra készen történő és biztos tudáson alapuló ismerete, pl. a jobb korrózió elleni védelem miatt a 3% Ni tartalmú légköri korrózióálló acélok, a rezgés és a zajcsillapító lemezek, a TM* acélok kiterjedtebb alkalmazása, stb.,
- a CATS* bevezetése,
- a nem-fémes, öntapadó, könnyen és a maradék felület roncsolása nélkül eltávolítható hegfűrdő megtámasztás alkal-

mazása (amelynek a munkadarabbal érintkező felületén konkáv csatorna van és ebben a gyökvarrat túlemelkedésnek elegendő hely), pl. egyoldalú hegesztés esetében. A felületről könnyen leválasztható hegfűrdő megtámasztó a kerámiához viszonyítva általában olcsóbb, ezért költségghatékonyabb minőségjavulás érhető el,

- a négyzet szelvényű (zárt, négyyszög alakú) tartóból a végein I szelvénybe átmenő (csomóponti) elemek készítése,
- az UH vizsgálat regisztrálással kiegészített változatának használatát elősegíteni,
- nagy figyelmet fordítani a minőség-ellenőrzési terv egyes lépéseire, a mérőeszközökre, a mérést végzők kompetenciájára,
- alaposan elemezni a tűréseket és azok megvalósíthatóságát,
- törekedni olyan hegesztési eljárások alkalmazására, amelyek termelékenyek (pl. gépi, részben, és/vagy teljesen gépesített, különböző kialakítású robotokkal, vagy több huzalelektrodával végzett egyidejű, illetve vastag lemezek esetében az elektrogáz-, és salakhegesztést alkalmazása), továbbá célszerű a leolvasztó védőgázos ívhegesztés műhelybeli és helyszíni hegesztési munkálatai sajátosságait mind a megrendelők, mind a gyártók részére még ismertebbé tenni,
- a CAD/CAM*- re vonatkozóan célszerű:
 - a CAD/CAM*-et bevezetni, ezért egy-egy vállalatnál erre a célra speciális csoportot (task force-t) létrehozni, amely elvégzi a gyártmány(ok) digitalizált dokumentációinak kidolgozását, vagy maga fejleszt szoftvert, vagy a piaci kínálat megismerése után, a megfelelő verifikált szoftvert átveszi, és használatát bevezeti, illetve a szoftvert szállítóval fejlesztésre együttműködési szerződést köt,
 - CIM*-et (és hozzá szoftvert fejleszteni, vagy beszerezni) alkalmazni,
 - az elkészült dokumentumok biztonságos, nyomon követő megőrzési rendszerét kidolgozni,
 - egy üzemi próba (pilot) projektet megvalósítani a műhelyrajzok helyettesítésre, és a gépi úton végzett méretellenőrzésre,
- a kis és közepes vállalkozásoknál célszerű minél gyorsabban áttérni a teljes körű folyamat- és rendszerszemléletű működésre.

Felhasznált irodalom:

- [1] Report on the 1997 Scanning Review of Asian Bridge Structure National Cooperative Highway Research Program, November 1998 – Number 232,
- [2] Krishna K. Verma: Steel Fabrication Technologies Observed in Japan and Europe. Public Roads, March/April, 2001,
- [3] Yokogawa Bridge Co. – CATS – www.yokogawa-bridge.co.jp,
- [4] Caterpillar Aurora Finds Operations Flexibility – www.CimCore.com,
- [5] ROMER Introduces World's First Real-time Portable Laser Scanning Inspection – www.CimCore.com,
- [6] Reverse engineering – www.wikipedia.org.,
- [7] Hexagon Metrology katalógus,
- [8] Norman McPherson: A vékony lemez deformáció csökkentése – vezetési (menedzsment), vagy technológiai feladat? Hegesztéstechnika, 2007. 1. szám
- [9] Hegesztés és rokon technológiák – kézikönyv, Budapest- 2007.- 9. fejezet, 2008.07.08.

Dr. Gremesberger Géza PhD.
Dunaujvárosi Főiskola



ASKAYTAK

A hegesztéstechnika jövője

- Szerkezeti acélokhoz, mind egyéb speciális felhasználásra alkalmazható termékskála
- Értékarányos és versenyképes árak
- Megfelelő Nemzetközi Tanúsítványok
- Magyarországi referenciák

Centrotool

www.centrotool.hu

Cím: 1102 Budapest, Halom u. 1

Telefon: 262 4401

Fax: 260 4841

E-mail: centrotool@t-online.hu



ABS



LRS



BV



VdTUV



TÜVRheinland



GL



DnV



Deutsche Ba

L. Quintino*, R. Ferraz**, I. Fernandes***



Nemzetközi hegesztési tanúsítási rendszerek

Az IIW 2008. évi Grazi Közgyűlésén elhangzott előadás

IIW- thesaurus – kulcsszavak: cég, tanúsítás, személyzet, ajánlások, szabályok, előírások.

Összefoglalás

Az energia-, és a gépipar azok a területek, amelyek a hegesztett szerkezetek gyártását tekintve a legnagyobb kihívást jelentik.

Ez nem csak a szerteágazó és különböző területekre értendő (mint amilyen az anyagok, a gyártási folyamatok, technológiák és körülmények, helyzetek), hanem ezekhez még kapcsolódnak a szigorú minőségi és biztonsági követelmények, illetve ezek teljesítése.

Egy másik fontos szempont, az egyre nagyobb termelékenységre törekvés és az ilyen irányú kutatás elvezet oda, hogy a termelésbe innovatív megoldásokat és olyan hegesztési eljárásokat vezessenek be, amelyek kielégítik a minőségi, a biztonsági, a munka- és az egészségvédelmi követelményeket is.

Az ezen a területen működő cégek egyre inkább érdeklődnek az olyan tanúsítások után, amelyek a három fő területhez kapcsolódnak, tehát a minőséghez, a környezetvédelemhez és a munkabiztonsághoz.

A hegesztéstechnológia leginkább a fémiparban terjedt el, és itt gyakoriak a szigorú műszaki előírások és a minőségellenőrzés.

A kockázat, amely a hegesztett szerkezet gyártásakor keletkező hibák előfordulását jelenti, igen súlyos következményeket valószínűsít, elég a múlt néhány példájára emlékeznünk, olyanokra, amelyek emberi életek elvesztését eredményezték és ezen kívül jelentős anyagi károkat is okoztak.

Napjainkban a cégektől a társadalom és a vevők nem csak a termék előírt minőségét várják el, hanem a biztonságot is.

Ma a cégek maguk is belátják, hogy a fenntartható fejlődésben jelentős szerepük van.

Az egyik mód, hogy a cégek bemutatassák elkötelezettségüket a társadalom iránt az, hogy megfelelő és alkalmas irányítási rendszert vezetnek be azért, hogy a szennyezést jelentősen csökkentsék és hegesztőik egészségét olyan állapotban tartassák, hogy minél kevesebb legyen a

foglalkozási ártalom és egészségük tartósan megmaradjon, ne legyen a gyártási folyamatok alatt fellépő betegség és ennek eredményeként munkaidő kiesés, ami akadályozza a termelést.

A hegesztett szerkezetek minőségbiztosítása iránti igény volt az alapja annak, hogy ezen a területen jelentős mennyiségű szabvány született, először a hegesztési eljárásokra, majd a kötés jellemzőire és legutóbb pedig valamennyi működési területet felölelve a teljes körű hegesztés-; gyártástechnológiára, amely egy – egy cégnél elvezet a minőségirányítási rendszerek bevezetéséhez is.

Az iparban a környezetvédelmi és a biztonsági előírások megjelenésével újabb kihívás jelentkezett azzal kiegészülve, hogy ezeket a követelményeket a legkisebb költségekkel elégítsék ki.

Az Európai Hegesztési Szövetség (European Welding Federation: továbbiakban: EWF) a 90-es évek végén kidolgozta a cégek támogatására az EN 729-n alapuló rendszerét és ez a legutóbbi szabványváltozások után átalakult az EN ISO 3834 követelményei teljesítésére.

Ez a rendszer átkerült az IIW-hez és nemzetközi szinten 2008-ban kezdtek el alkalmazni, amelyet az **IAB** (International Authorisation Board **Nemzetközi Meghatalmazott Testület – továbbiakban: IAB**) felügyel.

A cégek igényeihez igazodva az EWF elhatározta, hogy kifejleszt és bevezet még további két minősítő rendszert is, amely a minőségen kívül a két másik nagy területre – a környezetvédelemre, a munkavédelemre és a biztonságra. terjed ki.

Az EWF legújabb felfogása szerint cégek tanúsítása olyan Integrált Irányítási Rendszert jelent, amelyet összetevőiként is és egységesen is alkalmazni lehet.

Jelen előadás az EWF Gyártói Integrált Irányítási Rendszerét mutatja be.

Bevezetés

Az energia- és gépipar működése szorosán kapcsolódik mind a minőséghez, mind a környezethez.

Példaként említhető, pl. az off-shore szerkezetek előállítására kidolgozott előírások, amelyek pl. a hegesztési el-

járások közül a fedett ívű hegesztésre, a TIG-re, a kézi ívhegesztésre, a MIG/MAG eljárásokra és kiemelten a porbélésű elektródák használatára vonatkoznak és gyakran nem is tanácsolják ezek alkalmazását a hegesztési hibák nagyobb arányban történő előfordulási kockázata miatt.

Természetesen ezekben az iparágakban a termelékenység igen fontos tényező, de a hegesztett szerkezetek megbízhatósága az, ami az alkalmazott hegesztési eljárásokat és technológiákat meghatározza. Valós az igény, hogy a hegesztett kötések megbízhatóságát gyakran rendszerbe integrált roncsolásmentes vizsgálattal is igazolják.

Egy másik példa a petrokémiai iparban az ISO 14000 követelményeinek elkötelezett teljesítésére vonatkozik. Az érdekelt felek, a tulajdonosok a környezeti problémákat ismerik és gyakran beszállítóiktól is megkövetelik az ISO 14000 alkalmazását.

Az EWF Gyártói Integrált Irányítási Rendszer megfelel az ISO 3834-nek, a környezetközpontú irányítási szabványnak, az ISO 14001-nek, továbbá a munka-, egészségvédelmi és biztonsági előírásoknak és egyben elősegíti ezeknek a szabványoknak és ajánlásoknak az üzemi gyakorlatba történő bevezetését is.

Az energiaipar fokozottan keresi azt, hogy hogyan tud egyidejűleg, mint egységes egész megfelelni a három alapvető – a minőségi, a környezetközpontú és a munkavédelmi, -biztonsági, – irányítási rendszerek követelményeinek úgy, hogy azt mint egészet tanúsítvány igazolja.

A fémfeldolgozás speciális jellemzőit tekintve az EWF elhatározta, hogy kifejleszti és bevezeti az Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszerét. Ez a rendszer megfelel az ISO 3834 (minőség), az ISO 14001 (környezet) és a munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági követelményeknek.

Az EWF és az IIW között 2007-ben megállapodás született, hogy az EWF-től az IIW-hez átkerül az ISO 3834 rész. Ezt követte, hogy 2008-ban az IAB elfogadta az IIW Gyártói Tanúsítási Rendszerét.

Az IIW a tanúsításokkal együttjáró adminisztráció elvégzésére megalapította az IAB-t (lásd fentebb is).

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

Ennek a szervezetnek a célja, hogy az IIW tagországokban a tanúsítási rendszer bevezetését hatékonyan támogassa és azzal is segítse, hogy irányelveket ad ki és használati, alkalmazási utasításokat készít és ajánl a cégek támogatására.

A Cégek Tanúsításra Meghatalmazott Nemzeti Testület (Authorised National Body for Companies Certification a továbbiakban: ANBCC) az a nemzeti grémium, amely minden egyes országban elvégzi az egyes folyamodó cégeknél a tanúsítandó és/vagy tanúsított rendszer felülvizsgálatát. Ezt a szervezetet az IIW nevezi ki és rendszeresen – az erre vonatkozó és az IAB által meghatározott dokumentumok felhasználásával – auditálják, ennek eredményét a legtöbb nemzeti akkreditáló testület is elfogadja.

Az ANBCC képviselőiből, az IAB-n belüli ügyviteli vezetőségből választanak, megbíznak és felhatalmaznak vezető auditorokat és kezdeti átvizsgálást végzőket, akik feladata, hogy biztossítsák minden egyes ANBCC esetében az összhangot, a megfelelőséget az érvényes és elfogadott működési szabályokkal.

Az ANBCC felelősen elismeri, igazolja saját országában az IIW/IAB követelmények bevezetését, a megállapodásban rögzített szabványok és előírások betartását és támogatja az IIW tanúsítások elterjedését a vonatkozó IAB-339 sz. szabálynak megfelelően – ami nem más, mint az ANBCC-k részére előírt „IIW Gyártói Tanúsítási Rendszer Működési Szabályzata”.

Integrált gyártói tanúsítási rendszer

A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere (MEBIR). iránti igény

A hegesztéstechnológia leginkább a fémiparban terjedt el, és itt gyakoriak a szigorú műszaki előírások és a minőség-ellenőrzés.



1. ábra.

Gömbtartály felborulása a támasztólábak meghibásodása miatt.

A kockázat, amely a hegesztett szerkezet gyártásakor keletkező hibák előfordulását jelenti igen súlyos következményekkel járhat, elég a múlt néhány példájára emlékeznünk, olyanokra, amelyek emberi életek elvesztését eredményezték és ezen kívül jelentős anyagi károkat is okoztak. (lásd pl. az 1. ábrát)

Az Európai Szabványosítási Hivatal (CEN) még 1994-ben megjelentette az EN 729 első kiadását, ennek az volt a célja, hogy fém anyagok hegesztéséhez megadja a minőségi követelményeket. Azok a cégek, amelyek rendelkeznek EN 729 szerinti hegesztésre vonatkozó tanúsítvánnyal, azt azóta is használják, de erre vonatkozó döntésük teljesen önkéntes volt.

Még ugyanabban az évben (1994-ben) az ISO (Nemzetközi Szabványügyi Testület) is kiadott az EN 729-cel egyenértékű, azonos szabványt, ennek jelzete ISO 3834 volt. Később az ISO és a CEN felülvizsgálta az EN 729/ISO 3834-et. Ez a felülvizsgálati eljárás befejeződött, és az eredmény a 2005-ben kiadott ISO 3834 lett. Ezt a szabványt széleskörűen használják és előfordul néhány CEN jelzetű szabvány és EU Irányelv (direktíva) hivatkozási részében is.

Ha bármely gyártó meg akar felelni az ISO 3834 képviselte minőségi szint követelményeinek, akkor elegendő annak igazolása, bizonyítása, hogy a gyártó hatékonyan ellenőrzi és irányítja a cég gyártási folyamatait úgy, hogy képes az adott típusú terméket előállítani, vagy a hegesztési munkát az előírt szinten elvégezni.

Ahhoz, hogy a termék elérje az ezekben a szabványokban előírt minőségi szintet az sok időt felemésztő, összetett folyamat. Ezért EWF útmutató sorozatot készített, azzal a céllal, hogy segítse a cégeket abban, hogy minél hatékonyabban be tudják vezetni a vo-

natkozó szabványokban levő előírásokat és megvalósíthatják a szabványos követelmények teljesítését.

Az EWF az ISO 3834 (a korábbi EN 729) bevezetése során úgy látta, hogy további két tanúsítási rendszert célszerű még kifejlesztenie – ezek közül az egyik a Környezetközpontú Irányítási Rendszer (továbbiakban: H/KIR-H: hegesztésre vonatkozó KIR, stb.) és a másik a Munkahelyi Egészségvédelemi és Biztonsági Irányítási Rendszer (továbbiakban: H/MEBIR), az EWF szerint ez a két irányítási rendszer az ISO 3834-nek komplementerje.

A H/MEBIR-t főleg azért fejlesztették ki, hogy nyilvánvaló legyen az a hatás, amit a hegesztés a hegesztő életminőségére, illetve mindenkire gyakorol, aki környezetében a hegesztéssel kapcsolatba kerül.

A hegesztés fizikailag megterhelő munka. A biztonsági kockázatok és veszélyek magukban hordozzák a tűz és a robbanás potenciális veszélyét, a sugárzás, az áramütés, vagy az anyagmozgatás okozta sérüléseket is.

Az egészséget károsító veszélyek (lásd 1. táblázatot) közé tartozik a hegesztési füstexpozíció és ezt még súlyosbíthatja az üzemben a rossz ergonomiai helyzet is.

A hegesztési füst emberre gyakorolt hatása függ és eltér a különböző fémektől, az alapanyagok vegyi összetételétől. Néhány hatása gyorsan múló, míg mások az emberi szervezetre hosszán tartó és súlyosan károsító hatást fejtenek ki, pl. az egyik a mangán, mivel hatására a Parkinson-kórhoz hasonló jelenség alakulhat ki. A hegesztési füstre vonatkozóan mind az EU, mind a nemzeti jogszabályokban határértékeket (MAK érték) határoztak meg. Ezek a MAK értékek, és néhány országban ezek az előírtnál is kisebbek azért, hogy a hegesztők egészségkockázatát még tovább csökkentsék.

Füst	Gázok	Sugárzó energia	Egyéb veszélyek
Aluminium	Szén-dioxid	Ultraibolya	Hő
Kadmium	Szén-monoxid	Látható	Zaj
Króm	Nitrogén-oxid	Infravörös	Vibráció
Réz	Nitrogén-dioxid		Rossz ergonomia
Fluoridok	Ózon		
Vas			
Ólom			
Mangán			
Magnézium			
Molybdén			
Nickel			
Szilícium			
Titán			
Zink			

1. táblázat – A hegesztést kísérő egészségi veszélyek

Azok a testhelyzetek, amelyek túl hosszú ideig tartanak a hegesztőket felhalmozódó stressznek és fokozott fizikai terhelésnek teszik ki. A kézi hegesztés esetében a hegesztő testhelyzete (amikor a hegesztési helye fölé hajol) megerőltető és ez gyakran hátfájást okoz. Bár a hegesztőfej (pl. pisztoly) nem tűnik nehéznek, de ha valakinek meg kellene próbálnia néhány percig egy előírt helyzetben megtartani, akkor ez a körülmény számára a könnyű és a nehéz új értelmét adná. Sok szerszám van, amit a hegesztő használ, ezek általában egymástól alakjukat, tömegüket, méretüket és az áramforrást is tekintve különböznek. A hegesztéshez használt számos eszköz egyszerű, de vannak olyanok, amelyek működtetése bonyolult. Néhány szerszám, eszköz használatukkor, mint mellékhatás megjelenhet a vibráció (pl. salak eltávolításakor) is, ez az egész testre kihat és hát-, és nyakfájást, zsibbadást, bizsergést, fájdalmat, merevséget, fejfájást, vagy zavart látást (szemképrázást – kékvöröslátást) okozhat. A vibrációs hatáson kívül a munkához használt szerszámok még csont- illetve izomrendszeri problémákat is okozhatnak. A megfelelő alkalmazáshoz tartozik, hogy a dolgozó ismerje meg az alapvető ergonómiai elveket, hogy így el tudja kerülni a váz- és izomrendszer sérülését. Erre vonatkozóan jelenleg nincs, vagy csak igen kevés irányelv, útmutató van.

Azt is meg kell említeni, hogy viszonylag kevés az olyan munkahely, amely megfelel a dolgozók igényeinek és ezért sok idő megy el a járkálással. A hegesztés az ergonómia számára sok kihívást tartogat, amely ma még csak most kezd elöttlünk megvilágosodni, a problémákat most kezdjük megismerni. Szükséges ezért, hogy megoldást találjunk olyan problémákra, mint a hegesztők között fellépő és megismétlődő fizikai- és a halmazódó traumás sérülések, ezek hatására a munkateljesítmény csökken, növekszik a betegállományban töltött napok száma, és a dolgozók elégedetlensége is egyre nagyobb lesz. Ha ezekre nem lesz megoldás, akkor a betegállomány anyagi terhe a cég számára jelentős pénzügyi- és a versenyhátrányt okoz.

Minden fémfeldolgozás az egészségre és a biztonságra kockázatot jelent az EWF MEBIR-jének (H/MEBIR) célja csakis a hegesztés és a rokoneljárások műveleteivel foglalkozni, úgy hogy a fémfeldolgozó vállalatot hozzásegítsék ahhoz, hogy saját munkavédelmi és biztonsági helyzetét képes legyen megbízhatóan, objektíven felmérni és ebben

különösen a hegesztés okozta kockázatokat felismerni és megbecsülni, majd ezek alapján a veszélyek elhárítására költségtakarékos intézkedési tervet kidolgozni és végrehajtani.

Az EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszer

Az EWF felhasználva a nemzetközi szinten szerzett egyedinek számító ismereteket és gyakorlatot speciális tanúsítási eljárási rendszert dolgozott ki, amely garantálja, hogy a cégek képesek megfelelni és kielégíteni az EN ISO 3834 követelményeit.

A munka még 1995-ben kezdődött és az EWF tanúsítási eljárásrendszerét 1997-ben hagyták jóvá. Ebben az időben az EWF együttműködést kezdeményezett az Európai Akkreditáló Szervezettel (European Co-operation for Accreditation – továbbiakban: EA). Ennek az volt a célja, hogy támogassa az EA-t abban, hogy az EN 45011 és az EN 45012 alapján az EN 729 szerinti tanúsításhoz útmutató készüljön. Ezt a dokumentumot mint ajánlást az „EWF Szövegezési Csoportja” fogadta el, hagyta jóvá, majd 2000 májusában az EA kihirdette. A dokumentum jelzete „EA-6/02”.

A cégektől érkező megkeresések, igények alapján az új elvárásokra is választ adó fejlesztéseket végeztek, ennek eredményeként az irányítási rendszer más irányítási rendszerekkel is kompatibilis. Az EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszere jelenleg tehát rendelkezik azokkal az adottságokkal, amelyek szükségesek ahhoz, hogy tanúsítási eljárást lehessen lefolytatni az EWF Környezetközpontú Irányítási Rendszer (H/KIR) szerinti tanúsítás területén is.

A H/KIR-t azért fejlesztették ki, hogy a hegesztett szerkezeteket gyártókat az EN ISO 14001 alapján tanúsítsák. Az utolsó pillér az EWF Gyártói Tanúsítási Rendszerében a H/MEBIR 2006-ban történő jóváhagyása és bevezetése volt.

Az EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszerére vonatkozóan elhatározták, hogy az cég, amelyik EWF-H/KIR, vagy EWF-H/MEBIR tanúsításért folyamodik sorrendileg először meg kell, hogy szerezzék az ISO 3834 szerinti tanúsítványt és csak ezt követően lehetséges a H/KIR és H/MEBIR tanúsításért folyamodni.

Az EWF felfogása az, hogy tanúsítási rendszerének alapja több összetevőből álló modell és ezért az EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszere átfogja a minőséget, környezetközpontú tevékenységet és az egészségvédelmet, a

biztonságot, úgy ahogyan az a 2. táblázatban látható.

Az eljárásrend bevezetése során az IIW, vagy az EWF minden egyes országban egy szervezetet hagy jóvá, de ezt megelőzően az IIW/EWF szabályok alapján értékelést végez (csak az európai országoknak kell kielégíteni az IIW és az EWF előírásait, más országoknak csak az IIW előírásokat). Ezeknek a szervezeteknek a neve: ANBCC feladatok és felelőségük, hogy biztosítsák az értékelési és a tanúsítási útmutatókban meghatározott tanúsítási eljárási szabályok betartását. Itt a cél az, hogy az IIW/EWF tanúsítással rendelkező cégek függetlenül attól, hogy tanúsítványukat melyik országban szerezték képesek legyenek bizonyítani, hogy meghatározott minimális képességgel, kapacitással rendelkeznek a szakmai tevékenységek meghatározott területén.

A cégtanúsítások esetében az ANBCC szerepe, hogy az IIW, vagy az EWF nevében járjon el, beleértve a cég értékelést (vagy közvetlenül, vagy a Résztvevő Értékelő Testülettel), továbbá az ANBCC értékelők minősítését, a cégek tanúsítását és a releváns információk rögzítését is.

Ennek a rendszernek a keretein belül auditált, elismert és tanúsított cég tanúsítványt kap. Ez igazolja, hogy az IIW/EWF ISO 3834 szerinti tanúsítási eljárási rendszerben levő követelmények teljesülnek és/vagy ezen kívül, vagy az EWF-H/KIR, vagy az EWF-H/MEBIR követelmények is, ha ezek teljesülésének értékelése az adott cégnél egyáltalán lehetségesek. A tanúsítványon szerepel az a szakmai terület, amelyre a tanúsítvány érvényes, így a termékképeségek családja, a termékszámbány, az alapanyagcsoport, a hegesztés és a hegesztés rokon eljárásai, az eltérések és a meghatalmazott hegesztési felelős neve.

Valamennyi az IIW és EWF ANBCC által tanúsított cég adatait tartalmazó adatbázist folyamatosan frissítik és az információ elérhető az IIW/EWF honlapján.

Az IIW/EWF elkészítette és folyamatosan frissítve fenntartja az IIW/EWF által tanúsított cégek jegyzékét és ez bárkinek az egész világon, szabadon elérhető. Ez így, az IIW/EWF tanúsítvánnyal rendelkező cégeknek jelentős piaci előnyt jelent.

A jelenlegi IIW/ EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszer dokumentációs rendszere ISO 3834 alapú és felépítése a következő:

EWF-636-07 – January 2007

- Management Schemes Interpretation and Implementation (on this

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

document are stated the requirements for the ISO 3834, EMS and SMS) – *Irányítási rendszerek értelmezése és bevezetése,*

IAB-337-08 – January 2008

- Interpretation and Implementation of ISO 3834 requirements – ISO 3834 értelmezése és bevezetése,

EFWF-637-07 – January 2007

- Supplement for the Implementation of EN ISO 3834 Oriented to Welded Products – Útmutató hegesztett termékek esetében a EN ISO 3834 bevezetéséhez,

IAB-338-08 – January 2008

- Supplement for the Implementation of ISO 3834 Oriented to Welded products – Útmutató hegesztett termékek esetében a ISO 3834 bevezetéséhez,

EFWF-638-07 – January 2007

- Rules for ANBCCs Operating the EWF Manufacturer Certification System (on this document are stated the requirements for the ISO 3834,

EMS and SMS) – EWF – Gyártói Tanúsítási Rendszert működtető ANBCC-k működési szabályai,

IAB-339-08 – January 2008

- Rules for ANBCCs operating the IIW Manufacturer Certification Scheme (on this document it is stated the requirements only for the ISO 3834) – IIW – Gyártói Tanúsítási Rendszert működtető ANBCC-k működési szabályai,

EFWF-639-07 – January 2007

- ANBCCs Assessment of Manufacturers of Welded Products Operating the EWF Manufacturer Certification System (on this document are stated the requirements for the ISO 3834, EMS and SMS) – EWF – Gyártói Tanúsítási Rendszert működtető hegesztett termékeket előállító ANBCC általi értékelése,

IAB-340-08 – January 2008

- ANBCCs Assessment of Manufacturers of Welded Products Operating

the IIW Manufacturer Certification Scheme (on this document it is stated the requirements only for the ISO 3834) – IIW – Gyártói Tanúsítási Rendszert működtető hegesztett termékeket előállító ANBCC általi értékelése,

A 3. táblázat összesítve tartalmazza a fent említett dokumentumokat.

A legjobb gyakorlatra vonatkozó példák

A magyar ANBCC tevékenysége

Az MHTÉ az EWF Integrált Tanúsítási Rendszer cégeknél történő bevezetésére a legjobb *gyakorlatra vonatkozóan egy jó példa*. Az MHTÉ tagjainak száma több, mint száz és ezek mind a hegesztés területén működnek.

Az MHTÉ közgyűlése és a hegesztési felelősök rendszeres éves konferenciája jó alkalom még a napi problémák megbeszélésére is.

Tanúsítási eljárások	Fő szabályok és követelmények	Speciális szabályok és követelmények
Minőség	Eljárás az ISO 3834-nek való megfeleléshez	Útmutató speciális EN termékszabványoknak való megfeleléshez – pl. vasutak, csővezetékek, szerkezetek
Környezet	Eljárás az ISO 14001-nek való megfeleléshez	Nem alkalmazható
Munkahelyi egészségvédelem és biztonság	Eljárás a munkahelyi egészségvédelemnek és biztonságnak való megfeleléshez	Nem alkalmazható

2. táblázat - EWF Integrált Gyártói Tanúsítási Rendszer – holisztikus szempont szerint

A gyártók része magyarázatok, értelmezések	A gyártók értékelése	Az értékelők	Kérdőívek
<p>A Doc. EWF 636/ IAB 337 értelmezi az ISO 3834 minden fontos részét:</p> <p>Szerződés és terv felülvizsgálat Alvállalkozók, beszállítók Hegesztő személyzet Felügyelő, ellenőrző, vizsgáló és próba személyzet Eszközök Alapanyagok raktározása Kalibrálás Azonosítás és nyomon követés</p>	<p>A Doc. EWF 639/ IAB 340 szerint elvégzett értékelésnek három fázisa van:</p> <p>Információs fázis, és előkészítés az értékeléshez Értékelő, ellenőrző fázis Tanúsítási fázis</p> <p>Az értékelő csoportnak kompetensnek kell lenni, a speciális hegesztési tevékenység vonatkozásában</p>	<p>Az értékelőkre vonatkozó regisztrációs és értékelő eljárás leírja, hogy az értékelő legyen vagy:</p> <p>minőségirányítási rendszerek auditálásához minősített és gyakorlattal rendelkező személy, olyan akinek gyakorlata van hegesztett termékek előállításában, vagy az I/EWF vagy I/EWT minősítésű és legalább három éves gyakorlati tapasztalata legyen hegesztett szerkezetek gyártásában és jártas legyen a minőségirányítási rendszerek működtetésében is Miután az értékelőket elfogadták és jóváhagyták regisztrálják őket az Értékelők Regiszter"-ében a memóriai, műszaki és minőségi, valamint a szakmai ágazatok és a gyártási, termék előállítási tapasztalataik szerint.</p>	<p>Kérdőíveket (Doc. EWF 639 / IAB 340):</p> <p>mint ellenőrző kérdésgyűjteményt használják, amelyek tartalmazzák az EWF/IIW szabványértelmezést – és ezt kérdésmagyarázatban – ezt alkalmazzák az értékelési/audit eljárás során</p>

3. táblázat. Az IIW/EFWF ISO 3834 szerinti eljárásrend dokumentumainak összesített áttekintése

A munkahelyi egészségvédelem és biztonság ügyei napi problémák. Elég csak a hegesztési vásárokon, kiállításokon megnézni a munkahelyi egészségvédelmet, biztonságot és a környezetvédelmet szolgáló eszközöket, a kiállítók által elfoglalt területet, illetve azokat az eszközöket, amelyek a hegesztett szerkezetek előállításához is felhasználhatók.

Magyarországon munkahelyi egészségvédelem és biztonság tradicionálisan jól szabályozott. A szabályozás alapja a munkavédelmi törvény, amelyet kiegészít a hegesztők biztonságára vonatkozó (többször módosított) miniszteri rendelet is. Az említett jogi, speciális és szakmai szabályozások a sok egyéb egészségvédelmi, munkavédelmi és biztonsági szabályozások közül csak néhány érvényes a fémfeldolgozó iparra.

Más részről a magyar cégek jelentős száma (több mint 10.000) harmadik fél által az ISO 9001 szerint tanúsított gazdasági szervezet. A legtöbb hegesztett szerkezetet gyártó cég bevezette és tanúsította minőségirányító rendszerét (MIR).

A MIR tevékenységek felelőse sok esetben maga a hegesztési felelős.

Mind ez azt jelenti, hogy a hegesztési felelősök speciális jártassággal rendelkeznek az ISO 9001, vagy az ISO 3834 szerinti MIR, vagy mindkettő bevezetésében és működtetésében, továbbá ezen kívül valamennyiük jól ismeri, hogy az irányítási rendszerek használatára számos előnnyel jár

Az MHTÉ az európai irányzatokkal lépést tart, ezért döntés született Magyarországon az EWF-/MEBIR bevezetésére.

Az EWF-H/MEBIR eljárásrendje alkalmas a hegesztők egészségére és biztonságára vonatkozó szakmai, jogi problémák kezelésére, irányítására. Az EWF-H/MEBIR bevezetése azt eredményezi, hogy mind a szakmai és mind a jogi követelményeket teljesítik, és megjelenik a folyamatos fejlesztésre vonatkozó elképzelésekből kiakikított fejlesztési terv és a készítés a végrehajtásra.

Az egyik legfontosabb előny a kockázatelemzés, amely kötelező és a helyesbítő tevékenységek megnevezése és hatékonyságuk fejlesztése a munkakörülmények jelentős fejlődését, javulását eredményezi.

Mind ezek a hegesztés egészségre és biztonságra gyakorolt hatásával foglalkozó tréning- és oktatási-workshopok inputjai és jelentősen hozzájárulnak a hegesztés folyamatos fejlesztéséhez.

A speciális szakmai vezetői jelenlét (főleg a hegesztési felelősök) alkalmat

ad arra, hogy a cég felsővezetésével kapcsolatot lehessen találni, és őket a hegesztők, lángvágók stb., egészségi és biztonsági problémáiról informálni.

Az EWF-H/MEBIR rendszeres és azazal a céllal végrehajtott felülvizsgálata, hogy a munkakörülmények javuljanak azt eredményezi, hogy az ipari balesetek száma csökken, a munkakörnyezet, az infrastruktúra, az életminőség jobb lesz – ez azt jelenti, hogy a körülmények komfortosabbak lesznek és a hegesztők biztonságérzete is nagyobb lesz.

Az EWF-H/MEBIR szerinti tanúsítási gyakorlat világossá tette, hogy az EWF-H/MEBIR fontos és pozitív lehetőség és eszköz a munkahelyi foglalkozáségszég- és biztonságügyek irányításához, kezeléséhez.

Néhány szakmai eredmény, fejlesztések és a tanúsított cég neveinek nyilvánosságra hozása megtalálható a negyedévenként megjelenő HEGESZTÉSTECHNIKA c. szakmai folyóiratban.

ECONWELD

Az ECONWELD európai együttműködési projekt, amely még most is tart, célja, hogy a hegesztés okozta balesetek csökkenjenek.

A projekt módszere a hegesztési füstre vonatkozóan is az integrált megközelítés (veszélyforrás, a környezet és a hegesztő), a módszer részletei a következők:

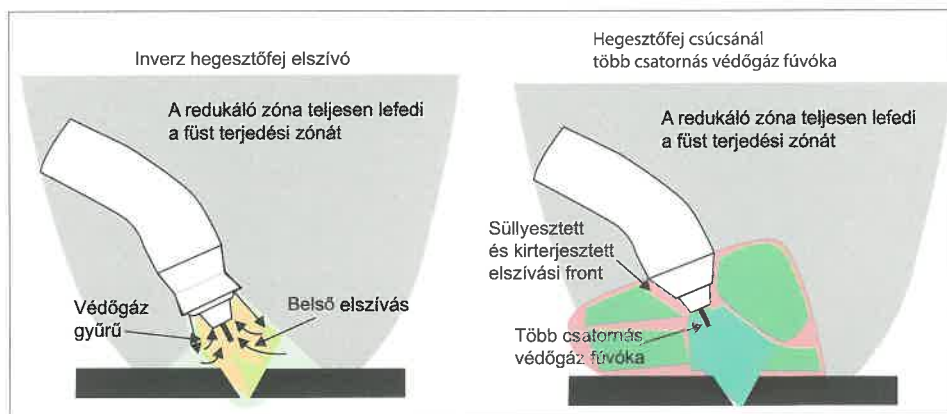
- **A kis hőmérsékletű csepp.** A MIG/MAG hegesztéskor a füstképződés fő oka a huzalelektrodáról leváló fém-cseppek nagy hőmérséklete. A csepp hőmérséklete csökken, ha speciális munkaparaméterekkel: pl. MIG impulzus hegesztést végeznek, és a védőgáz olyan adalékokat tartalmaz, amelyek hatására az ívrésen átjutó csepp felületi feszültsége csökken.
- **A hegesztési füst korai kondenzációja.** A másik lehetőség megteremteni

azokat a körülményeket, hogy a füst képződése után olyan gyorsan kondenzálódjék, amilyen gyorsan csak lehetséges, úgy hogy a füst hegesztőív környezetét ne hagyja el. Ez úgy érhető el, ha a védőgázhoz a kiválást, a kondenzációt elősegítő csíráképzőket adnak. Ebben az esetben a hegesztési füst „nem kerül” érintkezésbe a hegesztővel.

– **Új elven működő hegesztőfej alkalmazása.** Az ECONWELD projekt keretében új elven működő MIG/MAG hegesztőfejet fejlesztettek ki és tesztelték, az újdonság az, hogy a hegesztőfej oldalán vannak a füst elszívására szolgáló nyílások, az ilyen módon végzett füstelszívással a hegesztő légzési övezetében a füst mennyisége drasztikusan csökken, lásd a 2. ábrát.

– **Zöld hegesztő anyag.** A hegesztési füst egyik forrása maga a hegesztőanyag. Néhány gyártó az újabb fejlesztésű huzalelektrodákat, mint „zöld hegesztőanyagot” reklámozza, mert ennek a típusnak hegesztéskor kisebb a füst kibocsátása, úgy hogy egyidejűleg a varratfém elvárt szilárdulási és mechanikai jellemzői megmaradnak.

– **Elszívó fejlesztés.** Sokfajta jó, használható elszívó kapható, de ezek többsége többnyire helyhez kötött állapotban használható. Jelentős probléma akkor jelentkezik, ha nagy méretű munkadarabokat, terméket kell hegesztéssel előállítani és a hegesztőnek magának kell az elszívó csövet és fejet időről-időre újabb munkapozícióba átállítani – mintegy „maga után vonszolni”. Ez megterhelő és a gyakorlatban általában nem is csinálják és gyakorlatilag azt jelenti, hogy az ilyen eszköz hatékonysága igen kicsi, és a költséges beruházás ellenére a hegesztő nincsen megvédve a jelentős mennyiségű hegesztési füstterheléstől. Az ECONWELD projekt keretén belül jó adottságokkal rendelkező



2. ábra. A kézi és az un. inverz hegesztőfej összehasonlítása

hatáskörzetnövelőt fejlesztettek ki, amely képes a hegesztő munkaállásának változását automatikusan követni. A kifejlesztett helyzetérzékelőkkel (szenzorokkal) a hegesztést a kezdéstől a befejezésig követik.

A kormányok, és az egyes cégek jól ismerik azokat a veszélyeket, amelyeknek a hegesztők ki vannak téve. Sokan ismerik a hegesztési füst emberi szervezetre gyakorolt hatását is. Számos szabvány és szakmai útmutató készült a hegesztők és környezetük egészségvédelmére azért, hogy megóvják őket a hegesztési füsttől és a sugárzástól.

A **hegesztő pajzsot**, amelyik a hegesztő egyéni munkavédelmi eszközei közé tartozik állandóan használják. A legtöbb hegesztő pajzs hagyományosan a sugárzás elleni védelemre szol-



3. ábra. A könnyű hegesztőfej (pisztoly)

gál. Napjainkban már vannak olyan pajzsok, amelyek a hegesztőt megvédik a hegesztési füsttől is.

Az ECONWELD projekten belül elkészült egy pajzs prototípusa, amelyik megvédi a hegesztőt a MAK értéket meghaladó hegesztési füstkoncentrációval szemben.

A hegesztés területén általában nincsenek ergonómiaira vonatkozó szakmai útmutatók. Az üzemekben általában kevés figyelmet szentelnek az ergonómiának. Az ECONWELD projekt keretében néhány irányelv készült azzal a céllal, hogy a hegesztők fizikai állapota és a hegesztési körülmények okozta betegség miatt – a munkahelytől – a távollét ideje csökkenjen. Erre vonatkozóan néhány szempont:

- A gyártmány (termék) tervezését, fejlesztését a hegesztők ergonómiai igényeinek figyelembe vételével végézzék.
- Figyelemmel kell lenni a különböző termékek képviselte hegesztési ergonómiai összefüggésekre (pl. méret, szerkezet).
- Az üzemben tudatában kell lenni annak, hogy mi a jó ergonómiai gyakorlat.

A piacon nincs hegesztést támogató olyan virtuális eszköz, amely segíti a tervezőt abban, hogy hegesztőbarát (ergonómiailag helyes) tervezési munkát végezhesen. A legtöbb kapható szoftver

a hegesztési költségeket, a hőbevitelt, az alapanyagokat, a hegesztési eljárásokat és az anyag méreteit, stb. figyelembe véve a hegesztési munkaparaméterek meghatározására szolgál, ezek valójában igen egyszerűek és egycélú felhasználásra alkalmas segédeszközök.

Az ECONWELD projekt keretén belül kifejlesztett eszköz támogatja a gyártmánytervezőket, hogy meghatározzák az ergonómiai szempontok szerinti legjobb és csökkentett füstképződést, úgy hogy lehetséges a bemenő (input) paraméterek egyszerű változtatása is. Így a termék tervezésével a hegesztő stresszes állapotát és fáradtságát már a termék előállítás korai szakaszában is csökkenteni lehet.

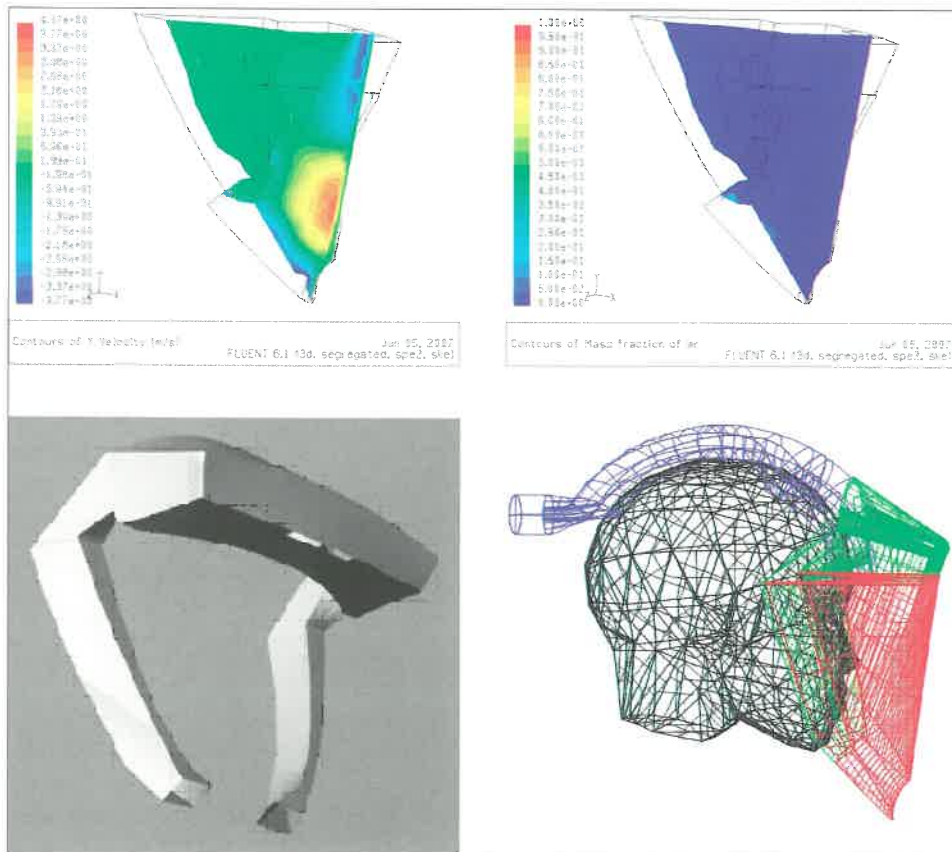
A legtöbb európai országban a **hegesztés imázsa nem jó**. Napjaink számítógépes világában a hegesztést úgy tartják, mint nehéz, fizikailag megerőltető és piszkos, egészségtelen munkát, és ezért nem nagyon népszerű. Ez még kiegészül azzal is, hogy sokan úgy gondolják, hogy a hegesztéshez nem szükséges különös adottság és tudás, ismeret. A rossz imázs hatására ezért az a probléma merül fel, hogy egyre kevesebb lesz a jól képzett hegesztő. Az ECONWELD projekt eredményei biztatóak abban a vonatkozásban is, hogy a szakma imázsa javul (mert kevesebb a hegesztési füst. Ennek egyik hatása, hogy kevésbé látszik a munka piszkosnak és fizikailag megerőltetőnek) és mind ezek hozzásegítenek ahhoz, hogy a fiatal generáció munka- és élethivatalusul válassza a hegesztést.

Következtetések, összefoglalás

A Vállalatok Nemzetközi Tanúsítását az egész világon elismerik továbbá a hegesztést alkalmazó ipar, a nemzetközi szervezetek elfogadják és támogatják, ezzel a hegesztéstechnológia területén megnyílt az út az Egységes Globális Tanúsítási Rendszer felé.

A Nemzetközi Vállalat Tanúsítási Rendszer az egész világon nagy érdeklődést vált ki, hasonlóan ahhoz, ami akkor volt, amikor az EWF -Tanúsítási Rendszereket az EWF Európában bevezette.

A Nemzetközi Tanúsítási Rendszer nem csak a végfelhasználóknak kedvez, de a beszállító cégeknek is. Az előny a végfelhasználók részére összefüggésben van a beszerzési folyamatokkal és a jótállással, nevezetesen, hogy a beszállító képes a hegesztett szerkezetekre vonatkozó követelmények teljesítésére. A beszállító cégek, amelyeket az EWF/IIW Cég Tanúsítási Rendszer szerint



4. ábra. A protípus hegesztőpajzs modellje és a tervezés fázisai.

KUTATÁS – FEJLESZTÉS

tanúsítottak igazolják, hogy nem csak megfelelnek az ISO 3834-nek, hanem értékelésük és ellenőrzésük olyan IIW/ EWF szabályok szerint történik, amelyet minden IIW/EWF tag elismer.

Az energia- és gépgyártó cégek esetében, az EWF/IIW Cég Tanúsítási Rendszer valamennyi olyan cég esetében alkalmazható, ahol a hegesztés alapvető gyártástechnológia akár a zártterű műhelyekben, vagy a helyszíni (szabadtéri) munkáknál.

Az EWF Környezetközpontú Irányítási Rendszert (EWF-H/KIR) 2004 óta használják, ez volt az első olyan eljárási rend, amely a minőség mellett más területet is lefed és a bevezetést követően az ISO 3834 kiegészítéseként számos

európai céget tanúsítottak ez alapján. Az EWF-H/KIR alapja az ISO 14001, azonban olyan hegesztéssel rokon technológiai területeket is lefed mint a vágás, a fémszórás stb. A cégek ezt az eljárási rendet, mint kiegészítőt alkalmazhatják a hegesztéshez kapcsolódó környezeti tényező és környezeti hatás értékeléséhez.

AZ EWF-H/MEBIR – t 2006 - ban vezették be és a cégek egyre nagyobb érdeklődést mutatnak iránta azért, mert úgy ítélik meg, hogy ez nagyon hatékony és átfogó módszer a hegesztést kísérő kockázatok értékeléshez és menedzseléshez, továbbá ez egyben a cégeket hozzásegíti ahhoz, hogy a foglalkozási körben fellépő egészségkáro-

sodások csökkentésére objektív intézkedési tervet dolgozthassanak ki.

Az EWF-H/MEBIR a cég részére nemcsak növelt biztonságos környezetet teremt, de egyidejűleg a hegesztés munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági kockázati tényezője is csökken és ennek eredménye a munkateljesítmények növekedése.

**L. Quintino, TU Lisbon (Portugal),
EWF-IAB/IIW Chief Executive*

***R. Ferraz, ISO (Portugal),
IAB Chief Executive*

****I. Fernandes, ISO (Portugal),
EWF-IAB/IIW System Manager*

*Fordította: Dr. Gremesperger Géza,
Dunaújvárosi Főiskola*

Tájékoztató

Felhívjuk a

2003. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést

szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

2009. 03. 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 anyagvizsgáló eljárási eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között).

Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Isihara: Test for colourblindness – 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).



Hegesztő célgépek, robotos hegesztőcellák és készülékek
Hegesztés és vágás – MIG/MAG, AWI és hibrideljárások

DLT Hegesztéstechnikai Kft.
e-mail: dlt@online.hu; www.dltkft.hu
Tel.: +36 30 3432924; Fax: +36-1 430-1322



hivatalos magyarországi képviselet

me and my PRO

” Az elérhető álom

Pro Evolution 4200
+ Speedglas 9002V
+ szerszámos doboz

2.890.000,- Ft helyett
most 1.699.000,- Ft



Minőség, megbízhatóság, csúcstechnika: **CLOOS**
SCHWEISSTECHNIK

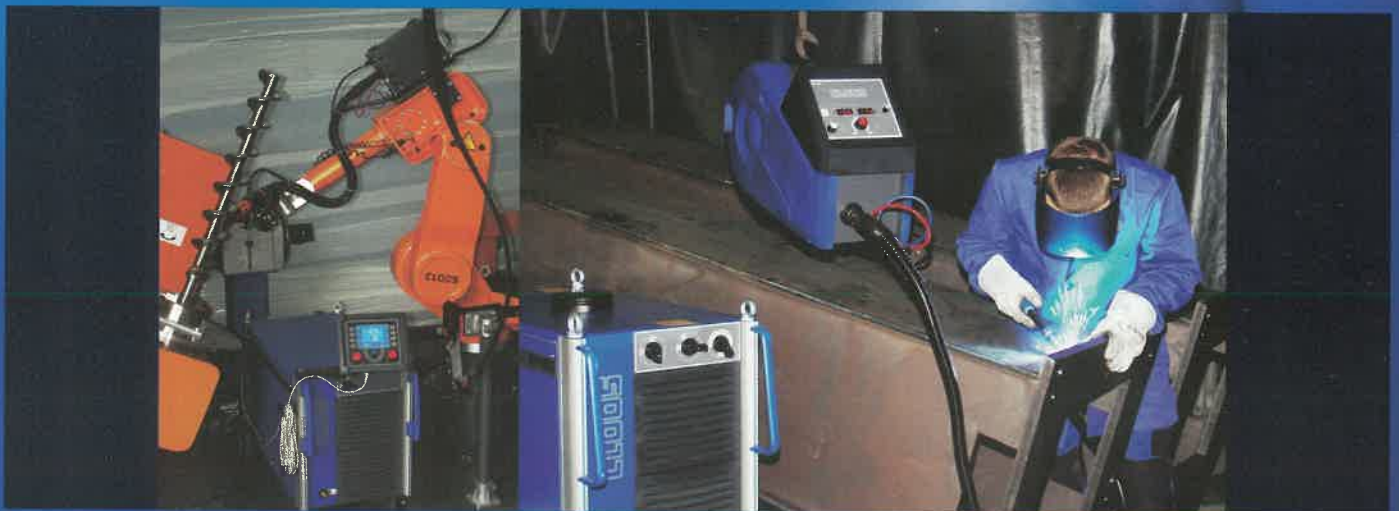
HÁTTÉRBE A SOK ÉVTIZEDES TAPASZTALAT
ELŐTÉRBE MINDIG VALAMI ÚJ.



AZ IMPULZUSOS HEGESZTŐGÉPEK ÚJ GENERÁCIÓJA

- ECO, MASTER és PREMIUM felszereltség
- 350, 450 és 600 A teljesítményben
- A szinergia beállításokon felül 6 professzionális alapbeállítás

A QINEO a jövő hegesztéstechnikájának mérföldköve.



 **CROWN INTERNATIONAL KFT.**

CLOOS
KIZÁRÓLAGOS MAGYARORSZÁGI KÉPVISELET

1163 Budapest, Vámosgyörk u. 31. • Telefon: 403-5359, Fax: 403-2243 • info@cloos.hu • www.cloos.hu

Indukciós előmelegítés A csőhegesztés jövője

Gyors,
megbízható,
könnyen
használható.

Percek alatt a
megfelelő
hőmérsékletre
hevíti vele a
csövet.

Energiát és időt
spórol meg vele.



Kapcsolat:
www.rapidheatsystems.com
tel: +3620 433 7646
e-mail: itmhungarykft@aol.com
fax: +36 1 2702140



Indukciós csőmelegítők,
Csővágó berendezések,
Demagnetizáló eljárások csővezetéképítési projektekhez,
Előmelegítő eladása és bérletése

Czingráber László*

Az ideiglenes távvezetékoszlop egy elemének gyártása

Cégünkéről

A cég fő profilja a több mint egy évtizedes fejlődés eredményeként mind a hazai, mind az európai piacokon forgalmazott általános, de különösen villamosipari, acélszerkezetek gyártása és korrózióvédelme.

A kiválasztott termékről

A villamosiparban a távvezeték oszlopok havária miatt bekövetkező károsodását (összeroskadás, kidőlés) szükség szerint ideiglenes oszlopokkal váltják ki, míg az eredeti javítása, esetleg komplett cseréje megvalósul. Ugyancsak használhatók ezek az ideiglenes oszlopok a távvezeték nyomvonal áthelyezésénél, vagy az alállomásokon található készülékállványok, portáloszlopok, gerendák stb. időszakos kiváltására (karbantartás, átépítés) során is. Ezek tipizált, modul rendszerűen kialakított egységek, melyet német nyelvterületen nagy előszeretettel használnak, és ezek kombinációjával a kívánt méretű, kiváltani szándékozott rácsos szerkezet (pl. oszlop, gerenda) összeállítható. Ennek egy elemének, a csatlakozókockának a legyártását mutatjuk be. Azért ezt választva, mert hegesztés szempontjából ez a leginkább figyelemreméltó.

Az alapanyagról

A mindennapi gyakorlatban gyakran előfordul, hogy a hegesztett szerkezettel szemben nem támasztanak különösebb követelményt, mivel nincs jelentős dinamikus erőhatásnak, ill. hőigénybevételnek kitéve, ezért az alapanyag jól hegeszthető, ötvözetlen szerkezeti acél [1]. Cégünk is nagy mennyiségben felhasználja ezt az olcsó, széles körben elterjedt, változatos formában (lemez, szögacél, U-acél, I-acél, zártszelvény stb.) kapható, mégis kedvező mechanikai tulajdonságú, nagy folyáshatárú és nagy alakváltozó képességű, kis karbontartalmú, ferrit-perlites szerkezetű acélfajtát [2].



1. ábra. 5.000 m² felületű raktár

Az általános rendeltetésű szerkezeti acélokra az MSZ EN 10025:2005 szabványsorozat vonatkozik, mely közül a második rész tartalmazza az „Ötvözetlen szerkezeti acélok műszaki szállítása”-nak feltételeit. A bemutatásra kerülő példa gyártói rajzán az S355J2G3 anyagminőség szerepel, mely a korábbi MSZ EN 10025:1998 szabványnak felelt meg. Az új szabvány a régihez képest abban is változott, hogy a G2, G3 és G4 szállításra vonatkozó jelek már nem szerepelnek benne, mert ezt egyéb megállapodás hiányában a gyártó választhatja meg. Ez lehet hengerelt állapot (+AR), normalizált (+N), vagy termomechanikusan hengerelt állapot (+M). Az új szabvány szerinti acélok csillapítatlanok sem lehetnek, ezért a csillapítatlan dezoxidációs állapotra utaló G1 jel is hiányzik. A dezoxidálás módja a következő lehet:

- Választható: a gyártó választása szerint;
- FN: csillapítatlan acél nem megengedett (legalább részben csillapított);
- FF: teljesen csillapított (elégséges mennyiségű nitrogénkötő elemet tartalmaz) [3].

Az előkészítés

A konstrukciós (műhely, gyártói) rajz megértése, felülvizsgálat után kezdődhet a gyártás előkészítése. Az egy darabra vonatkozó anyagkigyűjtés után a szükséges mennyiség függvényében az alapanyag megrendelhető. A beérkezett alapanyagok egy 5.000 m² területű 10 tonnás bakdaruval kiszolgált szabadtéri raktárba kerülnek, ahol jellemző méretük szerint elkülönítve tároljuk őket (1. ábra). Minden beszállított kötegre rákerül a profil mérete, hossza, anyagminősége és az adagszáma. Lemez esetén pedig a táblaméret, a vastagság, és természetesen az anyagminőség és az adagszám. Ezenfelül az anyagminőség megkülönböztetésére különböző színjelölést is használunk az alapanyagok végeinél.

Legtöbb esetben partnereink rendelkezésünkre tudják bocsátani az alkatrész, vagy összeállítási rajzokat nemcsak papír, de digitális formában is. Ily módon – szükség szerint



2. ábra. Szögacél megmunkáló gép

TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

ezeket átszerkesztve – rendelkezésünkre áll olyan CAD formátumú fájl, melyeket a CNC vezérlésű megmunkáló gépek egy újabb konvertálás után (CAD/CAM) közvetlenül futtatni tudnak. Ha ez nem adatik meg, akkor manuálisan kell a párrajzról ezt elkészíteni.

A csatlakozókocka (Anschlusswürfel) gyártása öt különböző alkatrészből áll, melyek mindegyikéből két-két darabra van szükség. A szerkezet úgy épül fel, hogy a kocka hat oldala három azonos vastagságú, 8 mm-es, de más-más furatelrendezésű lemezből tevődik össze, melyek közül négy középen, nagymértékben kibontott, a belső hegesztések hozzáférhetősége miatt. A másik két oldal értelem szerint teli lemez, hisz ezekhez kell hozzáhegeszteni azokat a szögacélokat (9. ábra), amelyekeken keresztülhalad az a két, 12 mm vastag lemez, aminek a két végén levő Ø27 mm furataiba a feszítősodronyhoz kapcsolódó csap csatlakozik.

A darabolás, vágás

Az egyes alkatrészek programozása, majd a programok gépre küldése után első lépésben a szögacél megmunkáló gép (2. ábra) kilyukasztja és méretre darabolja a feszítősodronyt fogadó részegységnek a szögacéljait (3. ábra). Evvel párhuzamosan a lemezek kivágása is folyamatosan történik. Ezt

a műveletet egy lemeztábla megmunkáló automata végzi (4. ábra), mely a nagyméretű lemeztáblákat (6x1,5 m) az elkészített programoknak megfelelően lyukasztja, vagy fúrja a lemezvastagságtól függően, majd végül a lemeztáblából plazmaív segítségével az egyes lemezalkatrészeket külön-külön kivágja. Az elkészült lemezek közül két, különböző típust az 5. és 6. ábra mutat be.

Az összeállítás

A gépi munka befejezését követően az összeállítás művelete következik. Előtte, hogy a már említett 12 mm vastag lemez átcúsztatható legyen a szögacélokon, azokat a furatok között ki kell bontani, fel kell sliccelni. Ezt lángvágással végezzük. Az így elkészült, összeállításra már alkalmas szögacélokat a 7. ábra mutatja.

Először a feszítősodronyt fogadó részegység összeállításával kezdünk, mert ennek elkészülte a további összeállítás feltétele. Az első sablonban (8. ábra) részösszeállítás történik. Ebbe helyezzük be a két, L130x12 szögacélt, melyeket az ütközőkhöz illesztünk. A sablon megtartja ezeket a 45°-ban billentett szögacélokat, majd a nyílásukon keresztül betoljuk a két, 12 mm vastag lemezt egészen az ütköztető lemezig. Utána már csak néhány, rövid fűzővarrat felrakása van hát-



3. ábra. Lyukasztott, darabolt szögacélok



5. ábra. A csatlakozókocka elő- és hátoldali lemezei



4. ábra. Lemeztábla megmunkáló gép.



6. ábra. A csatlakozókocka bal- és jobboldali lemezei

ra a sarokpontokra, az így összeállított egység a sablonból már kivethető. Az összegyűlt feszítősodronyt fogadó egység a hegesztő munkahelyre kerül, ahol egy minősített hegesztő (MSZ EN 287-1 szerint) az előírásnak megfelelően hegeszti őket. A kész elemek (9. ábra) további felhasználásra visszakerülnek a lakatos műhelybe.

A másik sablonban (10. ábra) a késztermék összeállítása valósul meg. Elsőként a fenéklemezt, majd a hátlemezt, végül két oldallemezt helyezünk be a sablonba a 16. ábrán látható kockaállás szerint. Ezeket csapokkal tájoljuk helyes pozícióba. A már korábban összeállított, készre hegesztett és fröcsköléstől megtisztított feszítősodronyt fogadó egységet távtartó segítségével állítjuk pontosan függőleges méretre. A vízszintes irányú pozíció pedig mérés útján lesz beállítva. A fűzővarratok itt is a sarokpontokra kerülnek, ezzel a kocka belsejében a munka véget ért. Végül az előlap és a fedlap rátétele és pozícionálása után a kocka oldalait fűzővarrattal rögzítjük kívül és belül. Míg az összeállítás során az egyes alkatrészek manuálisan kerülnek be a sablonba, az összeállított késztermék (11. ábra) kivétele már híddaru segítségével történik. Természetesen az összeállítás nem mindig megy zökkenőmentesen. A gyártási pontatlanságok, vetemedések, sorjaképződések miatt olykor az egyes elemeken igazítani (köszörülés, egyengetés) szükséges, hogy a sablonba pontosan illeszkedjenek.



7. ábra. Összeállításra előkészített szögacélok



8. ábra. A feszítősodrony fogadó egység összeállító sablonja

A hegesztés

Mint már korábban említettük a feszítősodronyt fogadó egység hegesztése külön történik, ugyanis nem féménk hozzá az egyes élekhez a csatlakozókocka belsejében. A hegesztést vízszintes munkadarabállítás mellett kezdjük. A gépi munka során a lyukasztás mindig a felületre merőlegesen történik. A szögacél és a lemez összeállítása során a két elem, a szögacél 130 mm-es oldallapja és a lemez 12 mm vastagsági oldala, 45°-os szöget zár be egymással (9. ábra). Így a két elem találkozásánál egy viszonylag nagy méretű, leginkább fél kúphoz hasonlító üreg marad, ezt hegesztéssel kell feltölteni. Ez az első lépés. Ha ez megvan, a munkadarab 180°-os megfordítása után a másik oldalon is meg kell ismételni. Ehhez az ívhegesztőgépen 150-170 A és 24-26 V beállítása szükséges. A hézagok kitöltése után célszerű azokat síkba köszörülni, hogy a későbbi hegesztési varratok felrakását ne akadályozzák.

A munkáink döntő többségét tűzihorganyzott felületvédelemmel ellátva kéri megrendelőink. Ennek alapfeltétele, hogy a varratok folyamatosak, zártak legyenek, ellenkező esetben ugyanis a horganyzás technológiai műveletei során a lezáratlan üregekbe, résekbe diffundáló anyagok a horganyzást követően a levegő nedvességtartalmának hatására elfolyósodnak. Ezek a barnás folyások nemcsak esztétikailag csúnyák, de jelenlétük károsítja az elkészült bevonatot is [4].



9. ábra. A lehegesztett feszítősodrony fogadóegység



10. ábra. A csatlakozókocka összeállító sablonja

TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

Második lépésben függőleges helyzetbe állítjuk a szögacélokat, így a lemezek vízszintes helyzetbe kerülnek, és így 4 mm-es, PB helyzetű, zárt sarokvarratokat készítünk a két elem között. A hegesztési sorrendre ügyelni kell, először a külső, a szimmetria tengelytől távolabbi oldalakat hegesztjük körbe az egyik oldalon, majd átfordítva a másik oldalon, ezzel a megoldással mérsékelve a vetemedés okozta deformációt. Ezt követi a belső, a szimmetria tengelyhez közelebbi oldalak hegesztése az egyik oldalon, majd átfordítva a másik oldalon. Evvel a feszítősodronyt fogadó egység hegesztése befejeződött, tisztítás, valamint ellenőrzés után beilleszthető a csatlakozókocka belsejébe.

A késztermék, a csatlakozókocka hegesztése a belső rész vízszintes helyzete mellett kezdődik úgy, hogy a feszítősodronyt fogadó egység lemeze, aminek a két végén az $\varnothing 27$ mm furat van, a hegesztő felé néz (13. ábra). Itt is 4 mm-es, PB helyzetű, zárt sarokvarratok készülnek, de nagyobb áramerősség (220-240 A) és feszültség (30-32 V) értékek mellett. Ez azért szükséges, mert a korábbiakhoz képest lényegesen nagyobb az összehegesztendő felület, ami elvezeti a hőt. A hegesztési sorrendre itt is figyelni kell, de a főszerepet most nem a deformáció elkerülése okozza, hanem az egyes élekhez való hozzáférhetőség. Az első lépésben a feszítősodronyt fogadó egység alatt átnyúlva kell a tulsó varratot elkészíteni (12. ábra). Utána az erre merőleges oldalak hozzánk kö-

zelebbi fele következik, ugyanis a belső rész akadályozza az oldalak egy lépésben történő, folyamatos végighegesztését. Érdemes megfigyelni, hogy hegesztő csoportvezetőnk (lásd a 13. ábrán) a fél-fél hossz közül az egyiket jobb kézzel (13. ábra), míg a másikat bal kézzel hegeszti (14. ábra). Ezt követi a szemközti hosszúoldal és a megmaradt két, fél-fél oldal hegesztése, forgatás, vagy átállás után. Majd a kocka 180° -os fordítása következik, így a felső lap alulra kerül. A hegesztés a korábban ismertetett módon ismétlődik két lépésben. Ezt befejezve a belső nyolc él hegesztése megtörtént.

Most a kocka 90° -os elfordításával a feszítősodronyt fogadó egység függőleges helyzetbe kerül úgy, hogy a kocka két, le nem hegesztett oldala bal, ill. jobb kézre esik. A szögacélok belső oldalai egy-egy varrattal gond nélkül végighegeszthetőek, itt van hely. Ezt követi a kocka két, belső éle felének - akadályoztatás miatt- jobb-, ill. balkezes hegesztése. Végül a szögacél külső, szimmetria tengelyhez közelebbi oldalának egy-egy éle. A másikhoz szintén nem férünk hozzá. Forgatás, vagy átállás után elkészül a jelenlegi alsó oldal másik fele is. Majd a kockát ismételten 180° -kal elfordítjuk. A hegesztés ismételten a korábbi gyakorlat szerint végezhető el. Evvel a kocka tizenkét, belső élének hegesztése elkészült.

A külső tizenkét él lehegesztéséhez szintén összesen négy fordítás szükséges. Itt is 4 mm-es, PB helyzetű, de nagyon



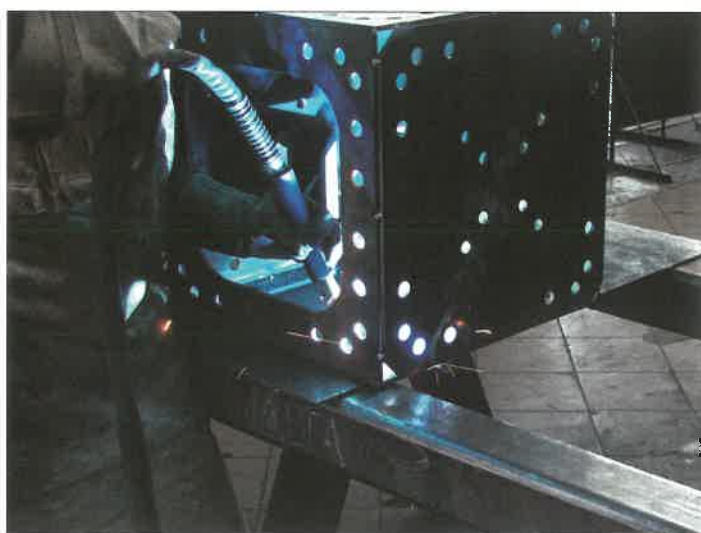
11. ábra. Az összeállított késztermék



13. ábra. Hegesztés jobb kézzel



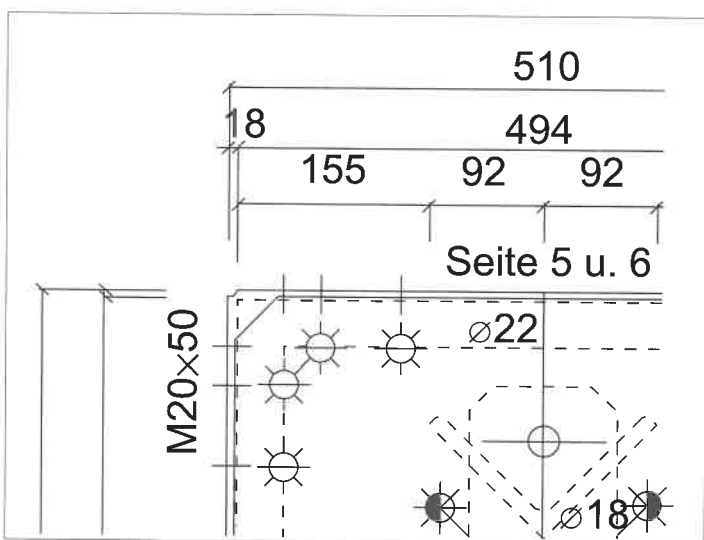
12. ábra. Hegesztés a belső egység alatt átnyúlva



14. ábra. Hegesztés bal kézzel

fontos, hogy homorú sarokvarratokat készítsenek. Nagy figyelmet kell arra fordítani, hogy milyen pozícióba forgatjuk a csatlakozókockákat, ugyanis az összehegesztendő oldalak mérete eltérő. Mindig a hosszabbiknak (8 mm) kell vízszintesnek lenni, míg a rövidebb (5 mm) a függőleges oldal (15. ábra). Ellenkező esetben a varrat domború lesz, sőt le is folyhat, ami nemcsak esztétikai hiba, de utólagos kőszőrülést is igényel, hisz az oldalaknak teljesen síknak kell lenniük a hozzá csatlakozó más elemek felfekvése miatt; vagy nem lesz meg az előírt varratnagyság. Mivel itt az anyag szélén hegesztünk, kisebb áramerősséget és feszültséget állítunk be, 160–180 A-t és 25–28 V-t. A hegesztésnek itt nincs speciális sorrendje, hisz hozzáférhetőségi probléma nem jelentkezik. A felső négy oldal hegesztése után 180°-os fordítás szükséges, majd 90°-os az oldalsó élre vonatkozóan, majd megint 180°-os fordítás a maradék két él miatt. Ezzel a hegesztés művelete befejeződött. A készre hegesztett csatlakozókockák a 16. ábrán láthatóak. Egy komplett csatlakozókocka hegesztéséhez, beleszámolva a korábban elkészült feszítősodronyt fogadó egység hegesztését is, kb. 20 fm varratot kell hegeszteni, ami 40 cm/min hegesztési sebesség mellett 50 min-ot vesz igénybe.

A hegesztés során kizárólag a 135 kódjelű (MSZ EN ISO 4063 szerint) fogyóelektródás, aktív védőgázos leolvastó ívhegesztési eljárást használunk. A hegesztő berendezé-



15. ábra. Helyes hegesztési pozíció a külső él lehegesztésénél



16. ábra. Készre hegesztett csatlakozókockák

seken a hegesztési paraméterek pontosan beállíthatóak és ellenőrizhetőek. A hegesztőanyag G3Si1 jelű (MSZ EN 440 szerint). Védőgázként az ötvözetlen acélok hegesztésénél általában alkalmazott M 21 jelű (MSZ EN 439 szerint), 82% argon (Ar) és 18% széndioxid (CO₂) összetételű, kevert gázt részesítjük előnyben.

A felületvédelem

Az ipari acélszerkezetek korrózióvédelmének a legkorszerűbb felületvédelmi eljárást, a tűzhorganyzást alkalmazzuk a termékeink döntő többségében, alvállalkozók bevonásával. Ennél az eljárásnál a cink kiváló korrózió ellenállási tulajdonságait használjuk fel a különböző acélszerkezeti elemek védelmére. Korábban festéssel védtük acélszerkezeteinket, melyeket alapozó, ill. fedőrétegekkel vontunk be. Újabban a horganyzott szerkezeteket be is festjük. Mivel a frissen horganyzott felületen nem tapad meg a festék, meg kellett oldani a felület mesterséges öregítését. Arra nincs lehetőség a tömegtermelés miatt, hogy a frissen horganyzott acél anyagot több hónapon keresztül szabadtéren tároljuk. Ezért ezeket a horganyzott felületeket a festésre homokszórással készítjük elő. Ehhez telephelyünkön korszerű, automatikus anyagmozgatású, zártkabinos festőüzem létesült. Természetesen a felületvédelmet minden esetben megrendelőink igénye szerint készítjük el. Ha úgy kéri, akár festés nélkül (fekete árúként) is, vagy akár duplex (tűzhorganyzás és festés együtt) felületvédelemmel is. Fontos információ, hogy a szakszerűen festett felület kb. 5 évig képes ellenállni az időjárás viszontagságainak, a tűzhorganyzott felület úgy 15–20 évig, míg a duplex felületvédelemmel kezelt felületek kb. 30 évig. Az élettartamot leginkább a levegőben levő por- és homoktartalom és vegyi szennyeződés befolyásolja.

A partnerünk az általunk gyártott csatlakozókockák felületvédelmét jelenleg tűzhorganyzott kivitelben kéri. A tűzhorganyzás előkészítése során, a kívánt felületminőség elérése végett, a munkadarabot a hegesztési fröcsköléstől, esetleges festékmaradványtól, vagy ráégett olajfoltoktól meg kell tisztítani. A kockákat is, mint minden más oda-került acélterméket a horganyzóban sósavoldatban történő pácolással zsirtalanítják, reve-, és rozsdamentesítik. Utána folyósítószert (fluxáló) oldatba merítik, majd az így előkészített fémtiszta felületű késztermékeket a cinkoldatba mártják. A tűzhorganyzást 450 °C körüli hőmérsékleten végzik. A cinkfürdőben addig van benn az alkatrész, míg a fürdő



17. ábra. Kiszállításra előkészített tűzhorganyzott késztermék

TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

hőmérsékletére felmelegszik. Ezen a hőmérsékleten néhány perc idő alatt a cink (Zn) és a vas (Fe) reakcióba egymással lép, és különböző összetételű vas-cink ötvözeti rétegek képződnek a munkadarab felületén. Az olvadékból történő kiemelés során, az acél felületén lévő ötvözetrétegekre fém cinkréteg is rakódik. Az MSZ EN ISO 1461:2000 szabvány szerint az átlagos rétegvastagság minimális értéke 6 mm, vagy ennél vastagabb acélalapanyag esetén 85 µm-nek kell lennie [4]. A tűzhorganyzás egyszerű, könnyen áttekinthető technológia, de a technológia alatt lezajló metallurgiai folyamatok igencsak bonyolultak.

A horganyoztatni kívánt acélszerkezeteket úgy kell kialakítani, hogy a sarkoknál a horgany kifolyását biztosító nyílások, furatok megmaradjanak. Ha ezek a tervezés során nem kerültek rá a rajzra, akkor ezeket a gyártás (előkészítés) során kell az alkatrészekre kialakítani. Ezért jelen esetben a 6. ábrán látható lemez sarkai 35x45°-ban vannak letörve. Az összehegesztett készterméken is jó láthatóak a horganykifolyó nyílások (16. ábra), amin keresztül a horgany a sarkoknál kifolyik.

A horganyzóból visszaérkezett csatlakozókocka kiszállítása raklapon, tizenkettesével szintetikus, szövött pántszalaggal átkötve, rögzítve történik (17. ábra). Majd egy címke kerül rá, melyen – ha egyéb előírás nincs – a projekt neve, rendelésszáma, és maga a köteg azonosítója olvasható. A köteg azonosítója alapján lehet a csomaglistában megtalálni, hogy az adott kötegben mi és abból hány darab található. A kötegek listája pedig a rakományjegyzékben van. A jelen esetben vevői kérésre a termék megnevezése, a rajzsám és a kötegszám szerepel a címkén.

A gyártás közbeni méretellenőrzés és a végtermék ellenőrzése

A műhely (gyártói) rajzon nincsenek feltüntetve méret- és alakműrések, ill. nincs szöveges magyarázat sem. A kocka kontúrjainak ellenőrzése mérőszalaggal elvégezhető, mind alkatrész, mind összeállított formában. A furatok Ø22 mm és Ø18 mm átmérőjűek, melybe M20, ill. M16-os csavar illeszkedik (15. ábra). A furatok egymáshoz viszonyított helyzete viszont rendkívül lényeges, hisz akár minden oldala csatlakozó felület lehet. A szemközti oldalak párhuzamossága és a szomszédos oldalak merőlegessége szintén fontos, amit biztosít az összeállító sablon (10. ábra). A feszítősodronyt fogadó egységen lévő

Ø27 mm átmérőjű furatba Ø25 mm átmérőjű csap kerül. A hegesztés során nem tapasztaltunk vetemedést, elhúzódadást.

A hegesztésnél arra törekedtünk, hogy minél kevesebb varratkezdés legyen, a hegesztési hibák minimalizálása érdekében.

A hegesztési idő csökkentése érdekében pedig az volt a cél, hogy minél ritkábban forgassuk a kockát hegesztés közben. Így jött ki a kétszeri négy forgatás.

A varrat nagyságot szűrőpróba szerűen, a varratokat vizuálisan ellenőrizzük lezárási (folytonossági) hibákat keresve.

Mint köztudott a tűzhorganyzás során a munkadarabban lévő belső feszültségek leépülnek, és feloldásuk alakváltozásban nyilvánul meg. Mérőszalagos ellenőrzés mellett nem találtunk értékelhető deformációt.

Megrendelőnk termékeinket nem kifogásolta.

Összefoglalás

Megállapíthatjuk, hogy a felületvédelemmel ellátott csatlakozókockák gyártása a megfelelő előkészítési, darabolási, összeállítási és hegesztési technológia kidolgozásával, a gyártási technológia pontos betartásával és műveletellenőrzéssel, valamint nem utolsósorban az előállításában érintett dolgozók felkészítésével a szerződésben előírt, a kívánt, minőségben biztosítható.

Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Gáti József Hegesztési zsebkönyv Cokom Kft. Miskolc, 2003
- [2] Komócsin Mihály Gépipari anyagismeret Cokom Kft. Miskolc, 2001
- [3] Hevesiné Kővári Éva, Éberhardt Zoltán, Lőrinczi József CE-jelölés a szerkezeti acélokon DUNAFERR Műszaki Gazdasági Közlemények 2007/1
- [4] FERROKOV Vas és Fémipari Kft Tűzhorganyzás műszaki feltételei

*Czingráber László, okl. hegesztő szakmérnök,
Országos Villamostávvezeték Zrt.

A **Moody International Certification Kft.**, mint a Moody International Csoport tagja keres

minőségbiztosítási/minőségellenőrzési műszaki ellenőröket (inspektor) gépészeti és hegesztési gyártásellenőrzésekre.

Inspekciós munkát tudunk kínálni magyarországi illetve külföldi munkavégzéssel.

A Moody International Csoport egy világméretű, műszaki szolgáltatásokat nyújtó szervezet, melynek célja világszerte az ügyfelei kockázatának csökkentése műszaki ellenőrzési szolgáltatásokkal.

Angol nyelvű önéletrajzát a sz.miklos@moodyint.com e-mail címre várjuk.

A Moody szolgáltatásait kínálja többek között az olaj és gázipar, az erőművek, a bányászat, a gyártás, a tervezés, a vegyipar, az élelmiszeripar és egyéb területek részére. Ma a Moody International több mint 80 irodával rendelkezik 60 országban.

Követelmények:

- Műszaki végzettség
- Legalább 15 év szakmai tapasztalat a műszaki ellenőrzések (inspekció) területén.
- Roncsolásmentes anyagvizsgálati tapasztalat
- ASME szabvány ismerete
- Nyomástartó berendezések területén tapasztalat
- Jó agoltudás, mint írásban, mint szóban

Dr. Kiss Csaba László*

Az alumínothermikus sínhegesztési eljárás szabályozása

Az első alumínothermikus (AT vagy termit) sínhegesztést vályús sínen 1899-ben, Németországban végezték. Az eljárás hamar átkerült Magyarországra, 1902-ben már itthon készült Vignol-sínen, a mai vasúti sínen a legelső hegesztés. A fejlődés nem állt meg, 1904-ben a MÁV már 328 m hosszúságban hegesztett össze síneket Budapest Keleti pályaudvaron. A MÁV-nál szerzett jó tapasztalatok is hozzájárultak ahhoz, hogy a Deutsche Reichsbahn Gesellschaft is bevezette 1925-ben az AT hegesztést (21 évvel a MÁV után!). Ma a legtöbb, vasúti pályában végzett hegesztés alumínothermikus eljárással készül. Az eltelt, több mint 100 év alatt nem csak az eljárásváltozatok fejlődtek, hanem a végrehajtásra, átvételre vonatkozó szabályozások is. Az első hazai hézagnélküli vasúti pálya létesítése (1956.) óta a MÁV mintegy kétszáz rendelkezést hozott a hézagnélküli pályával, a sínek hegesztésével kapcsolatban. Ezek egy része az új technológiák bevezetésével, végrehajtásával foglalkozott, egy kisebb, viszont annál fontosabb részük az elkészült hegesztések átvételével.

Hatályos hazai előírások

Ma sínhegesztést a MÁV-vonalakon csak az végezhet, aki rendelkezik a MÁV Zrt. által kibocsátott, érvényes arcképes hegesztő igazolvánnyal. Ennek megszerzéséhez előbb egy tanfolyamot kell elvégezni, ami elméleti és gyakorlati panelekből áll össze, majd vizsgával zárul. Ezután következik a MÁV-vizsga, ami feljogosítja a hegesztőt a sínhegesztések végzésére. A vizsgát háromévente rendszeresen meg kell ismételni.

Minden sínhegesztő rendelkezik egy egyedi azonosító jelöléssel, mely utal a sínhegesztő vállalatára is. Ezt a jelölést el kell helyezni minden általa készített hegesztésen.

A sínek termithegesztésére jelenleg érvényes MÁV előírás a *D. 20. Műszaki útmutató. Alumínothermikus sínhegesztés. MÁV Rt. PHMSz. 104.649/1996.*

Az útmutató tárgyalja az általános követelményeket, azaz (a Hegesztési Biztonsági Szabályzat alapján) többek között az alapfogalmakat, a személyi követelményeket, a munkahely, a hegesztő berendezés követelményeit. A fémtani alapismeretekből csak a legszükségesebb ismereteket tartalmazza. Még kisebb fejezet a sínek hegesztési feltételeinek felsorolása. Ez nagyon fontos fejezet, mert jó hegesztést csak megfelelően előkészített munkadara-bon lehet végezni. Tárgyalja az AT hegesztések alkalmazását és jellemzőit,

az AT sínhegesztő eljárások technológiáját, a termithegesztésekkel készült sínkötések meghibásodását és a hiba elkerülését. Külön fejezet foglalkozik a sínhegesztések minőségi vizsgálatával is, azonban a hegesztések konkrét átvételét egy másik előírásra bízta.

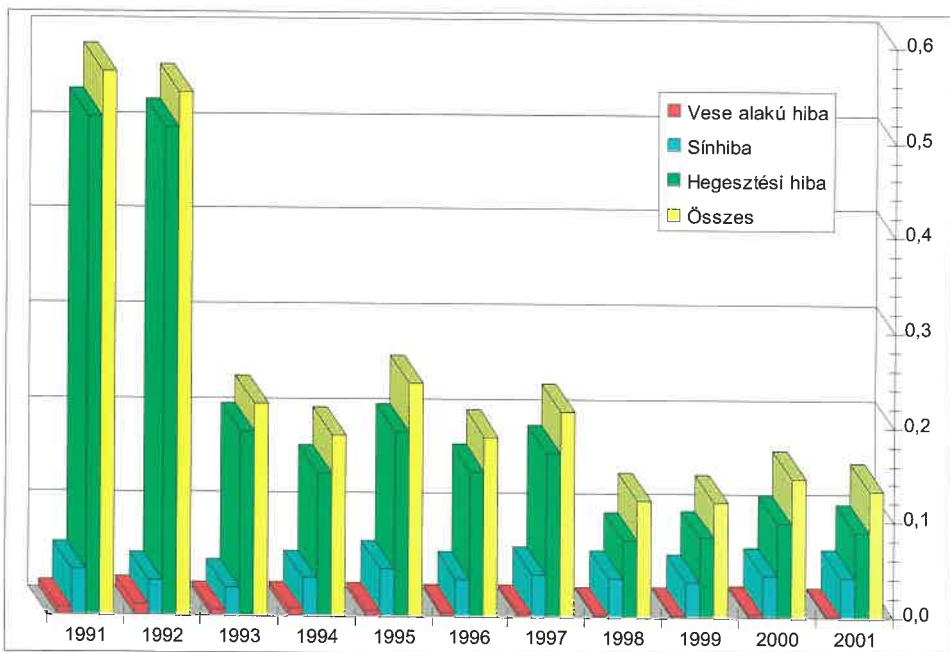
Ez az utasítás a *Sínhegesztések átvételi előírása. MÁV Rt. Pálya-, Hid és Magasépítmenyi Szakigazgatóság. P-1685/1998. PHMSZ.* Az előírás az alapkövetelmények között tárgyalja az anyagokra (vasúti felépítmény: sín, ágyazat, egyéb feltételek; hegesztőanyagok), a hegesztőkre és a hegesztéstechnológiára vonatkozó követelményeket.

Az elkészült sínhegesztéseket szemrevételezéses és geometriai vizsgálatnak kell alávetni.

A szemrevételezéses vizsgálat szempontjai:

- Ellenőrizni kell, hogy a varrat megtisztítása megtörtént-e a hegesztő homokforma maradványaitól. (A varrat felületének tisztasága nincs befolyással a hegesztés minőségére, de ahhoz mindenképpen szükséges, hogy a varratot az átadás-átvételnél szemrevételezéssel meg lehessen vizsgálni, és a későbbiek során pedig meg lehessen figyelni.)
- Meg kell vizsgálni, hogy a varratdudor lemunkálása során keletkezett-e sérülés a sínprofilon. (Korábban a varratdudort vágóval kellett eltávolítani a sín futó- és vezetőfelületéről, ma már hidraulikus (sajtoló) berendezést alkalmaznak erre a célra.)
- Meg kell vizsgálni, hogy a sín futó- és vezetőfelületén vannak-e beköszörülési hibák.
- Meg kell vizsgálni, hogy van-e a varratban anyaghiány, gázpórus, zárvány vagy a hegesztő homokformából származó homokbeégés.
- Meg kell vizsgálni, hogy látható-e hajszálrepedés a varratban vagy környezetében.
- Ellenőrizni kell, hogy a hegesztő azonosító jelölésének elhelyezése megtörtént-e.

A szemrevételezéses vizsgálat általában jól kielégíti a hegesztési hiba felderítésének igényeit. A hiányos előmelegítésre vagy a termitreakció rendellenes lejátszódására utaló nyomokat gyakorlott szem általában felfedezi a sín felületén, vagy a varrat felszínén, ultrahangos vizsgálat nélkül is.



1. ábra. Sínhegesztési hibák és sínhibák alakulása a MÁV-vonalakon 1991. és 2001. között

Az, hogy a szemrevételezéses vizsgálaton kívül más roncsolásmentes vizsgálatra a hegesztés után közvetlenül nem kerül sor, nem jelent nagy kockázatot. A MÁV vonalain rendszeresen ultrahangos mérővonat mér, a frekvenciált vonalakon évente kétszer is. Az esetleges hegesztési hibák ekkor ki-derülnek.

Egy statisztika egyébként azt bizonyítja (1. ábra), hogy 1993. óta, amikor a MÁV a német Goldschmidt-Thermit Csoporthoz tartozó eljárás-szolgáltató hegesztőanyagait kezdte felhasználni, rohamosan csökkenni kezdett a hegesztési hibák száma a vonalakon, majd miután 1998-tól döntően a hegesztéseket is az eljárás-szolgáltató végezte, ez a szám még tovább csökkent (az ábrán a függőleges tengelyről a vágánykilométerenkénti hibák száma olvasható le). Sajnos ez a javulás nem a MÁV-vonalak általános állapotjavulásának volt köszönhető, amit az mutat, hogy a felfedezett sínhibák száma nagyjából változatlan maradt ugyan-ezen időszak alatt.

A geometriai vizsgálat a két csatlakozó sínszál illesztésének megfelelőségét vizsgálja. A vonat görbülését jelentősen befolyásolja a hegesztési varraton köszörüléssel kialakított felület.

Két helyen kell mérni, az egyik mérési hely a futófelület a sín szimmetriatengelyében, a másik hely a sínfej oldalán, a futóélen található (2. ábra). Az átvételi geometriai vizsgálatot egyenességmérő műszerrel kell végezni, melynek során 1,0 m bázishosszon – melyben a hegesztés a bázishossz közepére esik – kell megvizsgálni az egyenességet. A MÁV-nál bevezetett műszer a Straight-Edge Compact egyenességmérő, mely magyar fejlesztés, a METALELEKTRO

Kft. terméke. A 3. ábra egy futófelületen készített mérést ábrázol.

A kiértékelés során a mért grafikon minimumát és maximumát összeadva, az abszolút hibának meg kell felelnie az előírt mérettűrésnek.

A jelenleg megengedett eltérés az egyenestől a futófelületen max. 0,3 mm, a vezetőfelületen pedig max. 0,5 mm.

Az elkészített hegesztésekről Építési Napló – Hegesztési Jegyzőkönyvet kell kiállítani, melyben a hegesztés helyszínére, a készítés körülményeire, a hegesztőanyagra vonatkozó adatokat kell rögzíteni. Az átadás-átvételt is ez a jegyzőkönyv tartalmazza, a szemrevételezéses és a geometria vizsgálatok eredményeivel együtt.

A vonatkozó nemzetközi szabvány

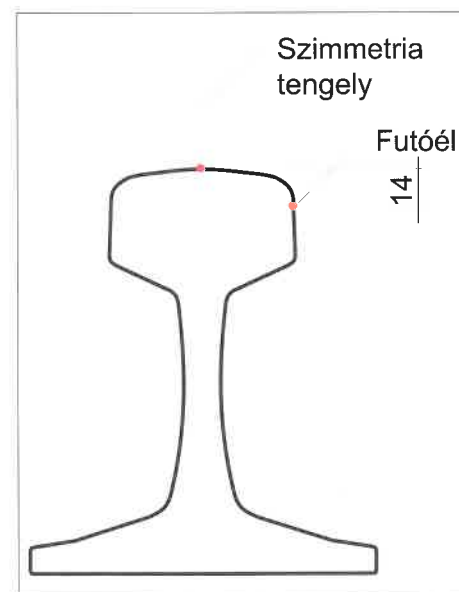
Hosszú előkészületek után jelent meg az MSZ EN 14730 szabvány 2007-ben (az EN 14730 egy fél évvel korábban, 2006-ban). A szabvány két részből áll, az első rész a sínek aluminotermikus hegesztési eljárásainak jóváhagyásával foglalkozik, a második rész pedig az aluminotermikus hegesztők minősítésével, a sínhegesztő vállalatok jóváhagyásával és az elkészült sínhegesztések átvételével. (A szabvány jelenleg angol nyelven áll rendelkezésre, de már elkészült a magyar szabvány-szöveg is.)

A hegesztési eljárás jóváhagyásához eljárási kézikönyvet, valamint az eljárás meghatározó méreteit (varratdudor méreteit, „légsíp”-ok számát, helyét, méreteit) tartalmazó tervrajzot kell az eljárás-szolgáltatónak benyújtani a jóváhagyó vasúti hatóság számára. Próbahegesz-

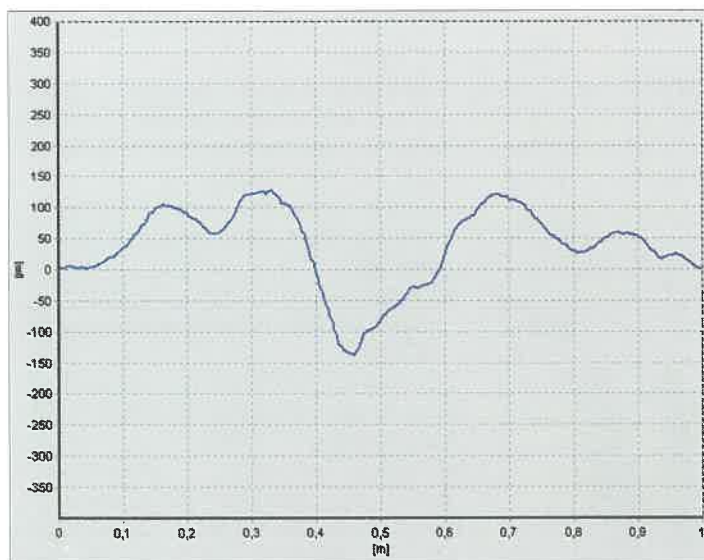
téseket kell készíteni, melyeken számos vizsgálatot kell elvégezni. Ezek:

- keménységi vizsgálat,
- szemrevételezéses felület vizsgálat,
- a látható hőhatásövezet vizsgálata,
- hajlító vizsgálat,
- ultrahangos vizsgálat,
- fázasztó vizsgálat,
- a beolvadási övezetben a varrat épségének, valamint alakjának és méreteinek vizsgálata,
- kémia összetétel vizsgálata,
- keménységeloszlás és kilágyult övezet vizsgálata,
- a beolvadási övezet és a hőhatásövezet szövetszerkezeti vizsgálata.

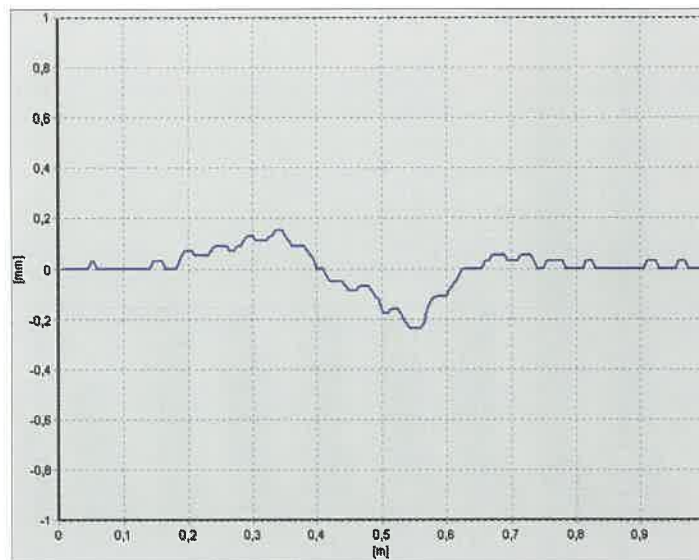
A hegesztési eljárás fontosabb jellemzőinek és paramétereinek módosítása a jóváhagyás megismétlését vonja maga után. Ilyenek a meghatározó geometriai méretekben, az öntőtégelyben történt, a csapolást be-



2. ábra. Geometriai vizsgálat helyei a sínen



3. ábra. Sín futófelületén készített egyenességmérési grafikonja



4. ábra. Egyenességmérési grafikon egy összetett hibaalakról

folyásoló, az előmelegítési rendszert érintő és a hegesztési hézagot módosító változtatások.

A szabvány második részében található a hegesztők minősítése, ami majdnem teljes mértékben megfelel a jelenlegi MÁV-szabályozásnak, bár a MÁV nem vett részt a szabvány kidolgozásában. Ez mutatja, hogy nem csak a termithegesztés alkalmazásában és a hégagnélküli pályák elméletének kidolgozásában és a pályák kialakításában járt élen a MÁV, hanem a hegesztési feltételek meghatározásában is.

A sínhegesztők minősítésében anynyi többletet ír elő a szabvány, hogy a hegesztő által készített hegesztésekről nyilvántartást kell készíteni, és a későbbiekben, a sínhegesztés élettartama alatt felfedezett hibákat be kell vezetni ebbe a nyilvántartásba.

A jóváhagyást szerezni kívánó vállalatoknak minőségirányítási rendszert kell működtetniük, megfelelő gyakorlatot kell szerezniük, minősített sínhegesztőket kell alkalmazniuk, képzési rendszert kell működtetniük. A hegesztő berendezéseket felül kell vizsgálniuk, és kalibrálniuk kell azokat. Jegyzőkönyvet kell vezetniük az elkészített hegesztésekről.

A szabvány a hegesztések átvételét egy vizsgázott személy hatáskörébe utalja. A hegesztés átvételét az arról készített jegyzőkönyv birtokában, megfizetve, készreközörrült állapotban kell megejteni. Ennek során ellenőrizni kell a varratdudor kialakítását, a hegesztés és a csatlakozó sín épségét, és a hegesztett sínen a közörrülés hosszúságát, valamint a hegesztett sínek egyenességét.

Érdekes, hogy a szabvány az egyenességre vonatkozóan nem egy átvételi értéket ad meg, hanem (külön a futófelületre és külön a vezetőfelületre) táblázatban több kategóriát (1. és 2. sz. táblázatok).

Megjegyzés: A W és X, valamint az Y és Z kategóriák között a közörrülési hosszúságban van különbség.

A szabvány a nemzeti vasúti hatóságokra bízta, hogy melyik kategóriát kívánják alkalmazni.

Szembetűnő, hogy a jelenlegi MÁV-előírás az itt felsoroltak közül az egyik legszűkebb toleranciát adja.

Egy másik érdekesség, hogy a szabvány csak kétféle hibaalakot tételez fel. A gyakorlatban azonban előfordulnak összetettebb hibaalakok is, mint amilyen például a 4. ábrán látható.

Egy ilyen hegesztés geometriai egyenességmérési értékének meghatározá-

sára nem ad semmilyen támpontot sem a szabvány.

A valóságban valóban nehéz csupán acélvonalzóval és hégazmérő készüllettel felvázolva ilyen pontos grafikont készíteni. Ez csak műszeres egyenességméréssel lehetséges, és Európa számos, nagy múlttal rendelkező vasútján sem szokás műszerrel hegesztések geometriáját vizsgálni.

A MÁV-nál viszont igen, így elmondható, hogy a vizsgálat terén a többi vasút előtt jár, ugyanakkor sajnos a szabvány eme része felett már kiadása pillanatában eljár az idő.

További feladatok

A megjelent új MSZ EN 14730-1 és az MSZ EN 14730-2 szabványok értelmében a *nemzeti vasúti hatóságok feladata kettős*. Egyrészt a szabványok leírják, hogy a termit sínhegesztések jóváhagyása, a hegesztők minősítése, a hegesztő vállalatok jóváhagyása és a hegesztések átvétele során milyen feladatokat kell végeznie a hatóságnak.

A másik feladat építő jellegű: ki kell alakítani a szabványban már definiált jóváhagyási követelmények mellé a nemzeti követelményeket, mert a szabványok jól körülhatárolt keretet biztosítanak az aluminotermikus sínhegesztésnek, azonban lehetőséget is adnak a kialakult szokások és a nemzeti sajátosságok érvényesítéséhez. Viszont ezekben a kérdésekben is mindenképpen dönteni szükséges: meg kell határozni azokat a követelményeket, amelyeket az adott nemzet vasútjain tevékenykedő vállalatoknak teljesíteniük kell. Ezért a szabvány több kérdésben is a nemzeti vasúti hatóságok hatáskörébe utalja a döntést.

A szabvány első részének mindjárt a 4. pontja leír néhány tárgyat, amit a hatóságnak meg kell határozni: az előmelegítési korlátozásokat, a salak- és homokzárványok mennyiségét, a légsíp eltávolításának hatását a talpvarrat-dudorra, a sín közörrült futófe-

lületén a megengedett pórusok számát és méretét, a szabványban meghatározottakon túlmenően végzendő roncsolásmentes vizsgálatokat, a látható hőhatásövezet megengedett szélességét, a varrat törési terhelését, a kilágyult övezet szélességét, a fáradási vizsgálatra vonatkozó követelményeket és az R260 sínminőségre vonatkozó keménység előírást.

A vasúti hatóságnak a hegesztési eljárást jóváhagyó hatóságot kell kijelölnie. Ugyanígy a vizsgálati laboratóriumokat is jóvá kell hagynia, valamint az AT hegesztés eljárás-szolgáltatójának saját laboratóriumát is, amennyiben a vizsgálatokat ott végzik. Döntenie kell, hogy a beolvadási övezetben megengedi-e a teljesen bénites szövetszerkezetet.

A szabvány második részében néhány téma szintén a nemzeti vasúti hatóságok döntésére vár, mert a szabványrész egyes pontjaiban alternatív követelményeket tartalmaz, lehetőséget adva a hatóságnak, hogy azt a feltételt válassza ki, mely megfelel az ottani kialakult eljárásnak, így érvényesítve „szuverén jogát”.

A vasúti hatóságnak kell meghatározni minden feltételt, a sínhegesztő képzését és vizsgáztatását illetően.

Határozni kell egy másik lényeges kérdésben is, a hegesztés geometriájának átvételi értékeiben is. A MÁV-nál jelenleg érvényes átvételi előírás, a *Sínhegesztések átvételi előírásai*-ban az átvételi geometriai értékeinek meghatározása a korábbi tapasztalatokon és néhány külföldi vasút előírásán alapult. A hazai szakmai közönségnek az így bevezetett geometriai átvételi érték (az egyenestől való eltérés megengedett értéke: a sín futófelületén /"y" tengely irányában/ max. 0,3 mm, vezetőfelületén /"x" tengely irányában/ max. 0,5 mm) eléggé szigorúnak tűnt.

Annál is inkább, mert ez az érték még a vadozatú sín geometriai túrésánál is szigorúbb! Az új sínek gyártóműtől történő átvételének követelményeire az akkor érvényes szabvány a sínég egyenességénél a sín „y” tengelye irányában, azaz függőlegesen max. 0,7 mm-es eltérést, az

Kategória	A	B	C	D	E	F	G	H
Csúcs alakú hiba	1,0	1,0	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3
Völgy alakú hiba	-1,0	-0,5	-0,5	0,0	-0,2	-0,15	-0,1	0,0

1. táblázat. Egyenességmérési hibahatárok futófelületen (mm)

Kategória	W	X	Y	Z
Völgy alakú hiba	0,3	0,3	0,5	0,5
Csúcs alakú hiba	0,0	0,0	-0,5	-0,5

2. táblázat. Egyenességmérési hibahatárok vezetőfelületen (mm).

Megjegyzés: A W és X, valamint az Y és Z kategóriák között a közörrülési hosszúságban van különbség.

„x” tengely irányában, azaz oldalirányban max. 0,8 mm-es eltérést is megengedett.

Ezért a MÁV egy K+F témát is indított 1999-ben, melyben 30, abban az évben elkészített sínhegesztés utóéle-tét vizsgálja.

Vannak olyan pályában lévő régi hegesztések, amelyek tökéletesek, és a sínrel együtt kopnak, vannak olyanok, amelyek úgymond „kivölgyelődnek” (azaz a hegesztési varrat a sínhez képest kevésbé kemény, és emiatt jobban kopik), és karbantartás hiányában a kopások kapcsolószer, keresztalj- és ágyazatromlás, fekszínhibát és utazási komfortromlást okoznak. A vizsgálat-sorozat – mely jelenleg is folyik – annak vizsgálatára irányul, hogy a sínhegesztések eltérő kezdeti hibája (azaz a vasúti pálya fekvésének geometriájába bevitt változás) milyen károsodást generál a

pályában. A vizsgálat eredménye javaslatot adhat a magyar közlekedési hatóság számára, hogy az MSZ EN 14730-2 szabványban meghatározott A...H és W...Z kategóriák közül melyiket írja elő.

A szabvány szintén a vasúti hatóságra bízta a döntést a vizuális vizsgálat során megengedhető egyes látható hibák meghatározásáról, illetve egyéb elvégzendő roncsolásmentes vizsgálatokról.

A szabvány alkalmazása a fentiekről történő határozat hiányában még nem tökéletes. Az aluminotermikus sínhegesztést végző vállalatok egységes versenytét a követelmények meghatározása tenné lehetővé. Amíg ezek a követelmények hiányoznak, addig a megrendelő nem mindig tudja, hogy a pályáján hegesztési szolgáltatást végző cégnek mi a háttere, mennyire támogatja a vágányban hegesztő dolgozóját,

megtett-e minden elvárható hegesztői képzésében, vizsgáztatásában, a hegesztő berendezés és egyéb berendezések megbízhatóságában, biztosításában. Nem biztos, hogy az ár ugyanazt a szolgáltatást tartalmazza minden szolgáltató cég esetében.

A szabvány rendszerbe állításával a már eddig is gyakorlattá vált hegesztő minősítésen túlmenően a hegesztő vállalatok jóváhagyása is sorra kerülhetne, ezáltal kizárva a nem megfelelően felkészült cégeket.

A MÁV védelme érdekében ezért minél sürgősebben sarkára kellene állnia a magyar vasúti hatóságnak, és elvégezni a számára a szabványban delegált feladatokat.

**Dr. Kiss Csaba László
(MÁV-THERMIT Hegesztő Kft., 2030 Érd,
Tolmács u. 18.)*

PROFI CSŐHAJLÍTÁS – DEFORMÁCIÓ NÉLKÜL

Minden irányú térbeli hajlítás – Programvezérlés – Sorozatgyártásra is

Felhasználható:

- Fémszerkezet-építés
- Technológiai csővezetéképítés
- Fémbútorgyártás
- Gépgyártás
- Építőipar
- Energiaipar
- Védőkorlátgyártás

Jellemzők:

- Ø 6–60 (48) mérettartomány
- Hajlítás belső tuskéval, vagy anélkül
- Réz-, alumínium-, acélcső
- Zártszelvények, rudak, laposvasak hajlítása
- Spirálcsőhajlítás

Az új gépünk jobbra és balra is hajlít.



...mindig egy hatásvonal előbbel



Forgalmazza: GRIMAS KFT.

1214 Bp., Puli sétány 2–4.

Tel.: 420-5883

Fax: 276-0557

E-mail: info@grimas.hu



www.reklamebuero.at

Jégkorszak a hegesztésben



Itt a Cold Metal Transfer (CMT), a digitális forradalom. Új, sokoldalú hegesztési eljárás, amely mindeddig lehetetlen feladatok megoldására képes, automatizált és kézi alkalmazások esetén is. Az eljárásnál a huzalelőtölés nem állandó, hanem a digitális rendszer által szabályozott. A nagyon kis hő bevitel, valamint a folyamat nagy stabilitása új alkalmazási területeket nyit. Lehetséges 0,3 mm vastag lemez hegesztése, kötés acél és alumínium között, mindez fröcskölés nélkül és tökéletes külalakkal. Üdvözöljük a jéghideg forradalomban!

Froweld Kft. • 1239 Budapest, Grassalkovich utca 255

Telefon: 287-8477. • Fax: 287-8476 • E-Mail: info@fronius.hu • www.froweld.hu



ÍV AMI ÖSSZEKÖT

www.froweld.hu



3M™ Speedglas™ 9100 hegesztőpajzs

1981-ben, az első automata sötétedésű hegesztőkazetta kereskedelmi bevezetésével a hegesztés világát.

Azóta a Speedglas™ márkanév és a mögötte rejlő technológia kiemelkedő színvonalat képvisel világszerte.

Folyamatos inspiráció a hegesztőktől.

Majdnem három évtizede annak, hogy együttműködünk hegesztőkkel, munkavédelmi és ergonómiai szakértőkkel, hogy minél jobban javítsuk termékeink teljesítményét és növeljük a viselési kényelmet.

Világszerte kutatást végzünk és összegyűjtjük a hegesztők véleményét és javaslatait.

Ezek felhasználásával fejlesztettük ki a hegesztők védelmét szolgáló eszközök új generációját.



Magasdi Attila*, Dr. Dobránszky János*

Nagy széntartalmú acélszalagok lézersugaras hegesztése

A nagy C-tartalmú acélszalagokkal az ipari termelés számos területén mint alapanyaggal találkozhatunk. A belőlük készülő termékek száma rendkívül nagy (pl. fűrészlapok, körfűrészek, fűrészlaprugók, sodronyok stb.). Ezen acélok készülnek ötvözetlen és Cr- vagy Ni-ötvözéssel is. A szóban forgó acélszalagok számos felhasználási területen nagy mechanikai igénybevételnek vannak kitéve. Ennek következményeként a termékek élettartama korlátozott, tönkremenetelük gyakran fáradásos jellegű, bemetszések vagy hegesztett kötések mentén történő repedés, törés formájában jelentkezik. A hidegen hengerelt majd nemesített acélszalagok feldolgozására jó példa a fűrészlapgyártás. A szalagfűrészlapok a fafeldolgozóipar leggyakrabban használt szerszámai. Alapanyaguk jellemzően nagy C-tartalmú ötvözetlen, vagy Cr-ötvözésű acél. E szerszámok jellegzetes tönkremeneteli formája a fáradásos törés, amit a szerszámok ciklikus terhelése vált ki. Mivel a különböző tönkremeneteli formák a törések és a repedések alapján jól beazonosíthatók, felállítható a tönkremenetelek és a repedések megjelenésének okai szerinti csoportosítás. A szalagfűrészlapok esetében két helyen valószínű repedések megjelenése. Az első jellegzetes repedéskezdési hely a hegesztett kötés avagy annak hőhatásövezete. Ilyenkor általában varrathiba vagy a hőhatásövezetben jelen lévő, kis alak-

változó képességű fázis okolható a fáradásos repedés kialakulásáért. A másik, a repedések megjelenése szempontjából kritikus zóna a fogtó, ahol a foggeometria feszültséggyűjtő hatása növeli a fáradásos törés kockázatát.

A hegesztéssel végtelenített fűrészlapok a vágási folyamat alatt jelentős fárasztó igénybevételnek vannak kitéve. Ez a terhelés egy ismétlődő hajlító- és lüktető-húzó terhelésből tevődik össze. A hajlítóterhelés a szalagfűrész megvezető kerekeken történő legördülésből adódik. A lüktető-húzó igénybevétel pedig a szalagfűrész előfeszítettségének és a vágás során fellépő vágási erőnek a következménye. Üzemi, vágási körülmények között a szalag sebessége elérheti, puhább faanyagok vágása esetén, akár a 40 m/s sebességet is. Ez kétségtelenül nagy dinamikus terhelést jelent a fog számára a faanyagba történő belépéskor. Emellett a szalag egy körülfordulása alatt kétszer is hajlító igénybevételnek van kitéve a konstans előfeszítés mellett [1]. E dinamikus igénybevételek az üzemi tapasztalatok alapján leginkább a fogtövet és a hegesztett kötetést veszik igénybe. A szalagfűrész anyagának kifáradását a fogtónél vagy a hegesztett kötésnél jelentkező repedés jelzi, amelyet ha későn észlelnek, a szalagfűrész szakadásához is vezethet, s ez a fokozott balesetveszély mellett nagy javítási költséget is jelent.

A szalagfűrészlapok hegesztése manapság

A faipari szalagfűrészlapok végtelenítéséhez leolvasztó ellenállás-tompahegesztést, valamint az ömlesztőhegesztések közül a fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztést használják az ipari termelésben. A fűrészlapok jellemző vastagsága 0,60–1,65 mm. A hegesztéshez az előre fogazott szalagot megfelelő hosszúságúra vágják, különösen ügyelve a vágási pozícióra, mivel az meghatározza a végtelenítés helyén a fogosztást. A hegesztéshez előkészített fűrészlap két végét előmelegítő készülékben rögzítik illesztési hézag nélkül, illetve az esetenként előforduló 2 mm-es vagy annál vastagabb fűrészlapokat 0,2 mm illesztési hézaggal. Az előmelegítő készülék (1. ábra) az összehegesztendő fűrészlapok végét – fűtött réztömbök segítségével – 400–440 °C-ra melegíti elő, mivel a szalagfűrészlapok a nagy karbontartalom miatt hidegrepedésre különösen hajlamosak. Miután a szalag előmelegített végei elérték a kívánt hőfokot, fűzővarratokkal rögzítik a szalagot a hegesztéshez. A hegesztés minden esetben a szalagfűrészlap hátszalagja felől kezdődik. A hegesztés során alkalmazott védőgáz Ar+10% CO₂, a gyökoldal gázvédelmére tiszta

Ar-t használnak. A hegesztéshez használt hegesztőhuzal átmérője 0,8 mm, minősége pedig G3 Si1.

Mivel a szalagfűrészlapok egyik legjelentősebb fejlesztési iránya az előfeszíthetőség növelése, ezért a hegesztett kötések fejlesztése elkerülhetetlen. Az iparban jelenleg is használatos hegesztési technológia által biztosított hegesztett kötés szilárdsága és fáradással szembeni ellenálló képessége meghatározza a maximális előfeszíthetőséget. A most bemutatott kutató-fejlesztő munkát abból a szándékból kiindulva végeztük el, hogy nagyobb szilárdságot és fáradással szembeni ellenállást – és így nagyobb

előfeszíthetőséget – biztosítsunk a lézersugaras hegesztési technológia bevezetésével a szalagfűrészlapok hegesztéséhez.

A szalagfűrészlapok lézersugaras hegesztése

A lézersugaras hegesztéssel termelékenyen, jól szabályozott hegesztési paraméterekkel és csekély hőbevitellel hegeszthetők a szalagfűrészlapok. A lézersugaras hegesztés során a varratba bevitt fajlagos energia csekély, de az eljárás energiasűrűsége nagy, a bevitt hő kizárólag a varrat közvetlen környezetében hasznosul, csekély hőhatásövezetet és deformációkat eredményezve [4]. A lézersugaras hegesztésnél a hegesztőanyag varratba juttatása szintén megvalósítható, amennyiben vagy az ömledékbe, vagy a lézernyaládba adagoljuk a hegesztőhuzalt. A hegesztéstechnikai problémák, melyek az eutektoidos, nemesített acélszalagok lézersugaras hegesztésénél felmerülnek, javarészt megegyeznek a fogyóelektródás ívhegesztésnél felmerülő problémákkal. Az elsődleges probléma a hidegrepedés, mely a jelenleg is használatos előmelegítéssel



1. ábra. Az előmelegítő készülék

és hegesztést követő hőkezeléssel elkerülhető. A lézersugaras hegesztési technológia miatt felmerülő másik probléma a technológia érzékenysége az illesztési hézagra. Amennyiben a keskeny varratról lemondunk és a lencserendszer defókuszálásával szélesebb ömledékfördőt hozhatunk létre, úgy elérhető, hogy akár 0,2-0,4 mm illesztési hézag mellett – ami az előmelegítés miatt elkerülhetetlen – se roskadjon meg a varrat [2]. A hegesztési technológia tervezése során az elsődleges cél az, hogy a hegesztési és a hőkezelési paramétereket úgy hangoljuk össze, hogy azok

az optimális szilárdság mellett a legnagyobb fáradási ellenállást biztosítsák.

Vizsgálatok

A lézersugaras hegesztéssel végtelenített szalagfűrészlapok fáradási viselkedését célszerűen fázastóvizsgálattal vizsgálhatjuk, mely szinuszos húzó-lüktető terheléssel jól közelíti a hegesztett kötés üzemszerű terhelését. A fázastóvizsgálattal jól kimutathatók a fáradást legjobban befolyásoló paraméterek, úgymint az előmelegítés, a megeresztési idő és a hegesztési sebesség hatása a kötés

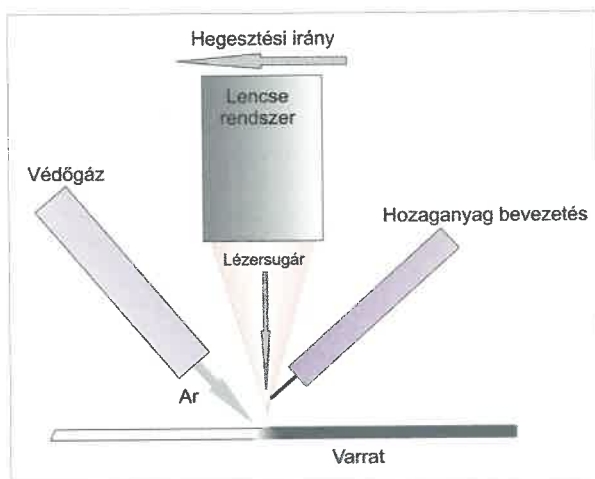
élettartamára [5]. Az iparban jelenleg is használatos, 425°C-os előmelegítést és 5 perces megeresztési időt alapul véve, és próbahegesztésekkel kikísérletezett hegesztési paramétereket alkalmazva már felállítható egy kísérleti terv a fázastóvizsgálat próbatestjeinek hegesztéséhez. A kísérletekhez felhasznált C75-ös szalagfűrészlap alapanyag kémiai összetétele az 1. táblázatban látható.

Az előzetes hegesztési próbák alapján meghatározott hegesztési paramétereket, melyek a teljes átolvadást és megfelelő méretű varratdudort [3] biztosítanak, a 2. táblázat foglalja össze. A próbatestek hegesztéséhez a lézernyalábba vezetett huzal került alkalmazásra. A varratot mind a korona-, mind a gyökoldalról Ar védőgáz védte az oxidációtól. Az előmelegítés miatt kialakuló, változó méretű illesztési hézag okozta varratátroszkodás – előzetes lézersugaras hegesztési próbák alapján – 2 mm átmérőjű nyalábátmérővel kiküszöbölhető. A hegesztéshez használt hegesztőfej képe és a hegesztési technológia sematikus ábrája a 2. ábrán látható.

A próbatestek hegesztéséhez választott hegesztési és hőkezelési paraméterek a 3. táblázatban láthatók.

A fázastóvizsgálathoz a próbatestek kivétele a varratokból lézersugaras vágással történt, majd mind a korona-, mind a gyökoldali varratdudor eltávolítása után a próbatestek végleges méretének megadása köszörüléssel történt.

A fázastóvizsgálat terhelési középfezsúltségének és amplitúdójának megállapításához elengedhetetlen a próbavarratok szakítószilárdságának és folyáshatárának ismerete. A mechanikai tulajdonságok ellenőrzését szakítóvizsgálattal végezve, a törés jellemzően a hőhatásövezetben következett be. Egyedül a 375°C-ra előmelegített min-



2. ábra. A lézersugaras hegesztőfej képe és sematikus elrendezése

C [%]	Si [%]	Mn [%]	S [%]	P [%]
0,76	0,35	0,65	Max.0,035	Max.0,035

1. táblázat. A felhasznált alapanyag összetétele

Hegesztési sebesség [mm/min]	P [kW]	v huzal [mm/min]	Defókuszálás [mm]	Foltátmérő [mm]	Védőgáz/gyök-gáz [l/min]
500	2	360	10	2	13/4

2. táblázat. A lézersugaras hegesztési paraméterek kiinduló értékei

Sorszám	Hőmérséklet [°C]	Megereszt. idő [min]	Hegesztési sebesség [mm/min]	P [kW]	v huzal [mm/min]	Defókuszálás [mm]	Foltátmérő [mm]	Védőgáz/gyök-gáz [l/min]
1	475	1	500	2,0	360	10	2	13/4
2	475	3	500	2,0	360	10	2	13/4
3	475	8	500	2,0	360	10	2	13/4
4	475	15	500	2,0	360	10	2	13/4
5	425	5	500	2,0	360	10	2	13/4
6	425	8	500	2,0	360	10	2	13/4
7	425	10	500	2,0	360	10	2	13/4
8	425	15	500	2,0	360	10	2	13/4
9	375	8	500	2,0	360	10	2	13/4
10	375	10	500	2,0	360	10	2	13/4
11	375	15	500	2,0	360	10	2	13/4
12	375	25	500	2,0	360	10	2	13/4

3. táblázat. Az egyes próbatestek hegesztési paramétereit

ták esetében fordult elő, hogy a próbatést a varratban szakadt. Az elkészült próbatestek mechanikai tulajdonságait a 4. táblázat mutatja be.

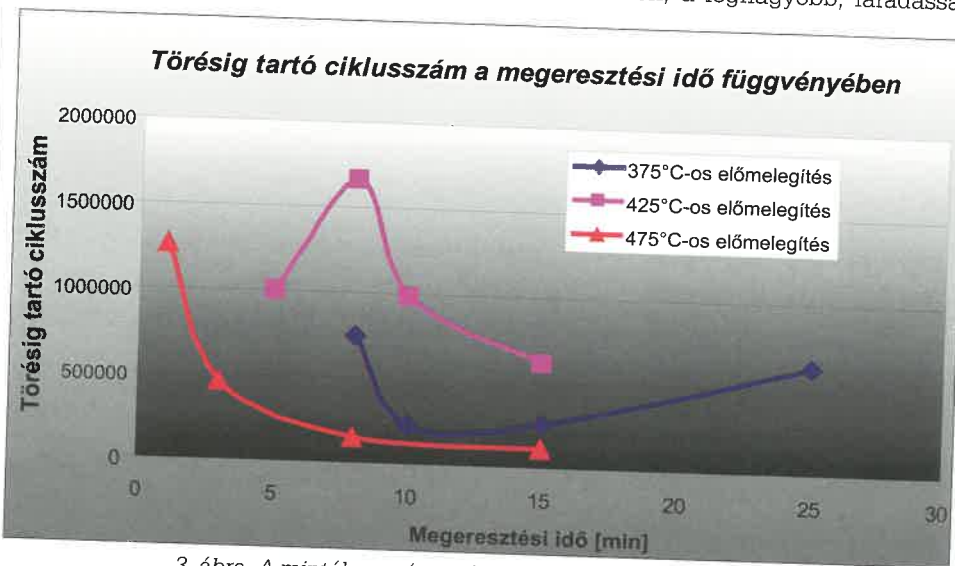
A terhelési jelalakot a kísérletekhez használt MTS 810 szervohidraulikus szakítógép saját függvénygenerátorra biztosította 25 Hz-es frekvenciával. A vizsgálati terhelés meghatározása az alapján történt, hogy a teljes terhelési tartomány a szakítóvizsgálat során mért folyáshatár felett legyen, de a maximális terhelés nagy biztonsággal ne érje el a szakítószilárdságot. Ezen megfontolások alapján középfejtűtségnek a 950 MPa adódott. A terhelési amplitúdó meghatározásának határt szabott a vizsgálóberendezés szervohidraulikájának a tehetetlensége is. Így az alkalmazott fázastó terhelés a szinuszosan lüktető, 960 ± 110 MPa volt. Mivel az egyes minták között jelentősebb folyáshatár- és szakítószilárdság-különbségek is adódtak, ezért a kezdeti terhelési programot az első 500000 ciklust követően, a 960 ± 150 MPa terhelés váltotta fel [6].

A 375°C-on előmelegített és megeresztett minták esetében a törésig tartó átlagos ciklusszám a 10 és 15 perces megeresztési idők esetében hozta a legrosszabb eredményt. A rövidebb időknél várhatóan – a varrat és a hőhatásövezet teljes elridegedése folytán – nem következhet be jelentős javulás az élettartamban, ezért a 25 percnél hosszabb megeresztési idők használata lenne indokolt. Mivel ipari termelésben már a 25 perces megeresztési idő is oly mértékben növelné a gyártási ciklusidőt, hogy az jelentős költségnövekedést okozna, ezért mindenképpen nagyobb előmelegítési hőmérsékletek alkalmazása indokolt. A törésig tartó ciklusszámok átlagát a megeresztési idő függvényében a 3. ábra mu-

tatja. A 375°C-on előmelegített, 8 perces megeresztési idejű minta metallográfiai csiszolata jól mutatja, hogy mind a varratban, mind a hőhatásövezetben fellelhető martenzit, ami ridegsége folytán könnyen repedések képződésének kiindulópontja lehet. A megeresztési idő növekedtével a martenzit elbomlik (4–5. ábra), ami a fázastóvizsgálat eredményei szerint is elősegíti a varrat fáradással szembeni

ellenálló képességének javulását. A varratban található martenzit elbomlása jól nyomon követhető a mintákon mért keménységprofilokon is (6. ábra).

A 425°C-on előmelegített és megeresztett mintákon mért törési ciklusszámok átlaga szerint nem a jelenleg alkalmazott 5 perces megeresztési idő biztosítja, a lézersugaras hegesztéssel készült kötések esetén, a legnagyobb, fáradással



3. ábra. A mintákon mért törésig tartó ciklusszámok átlaga



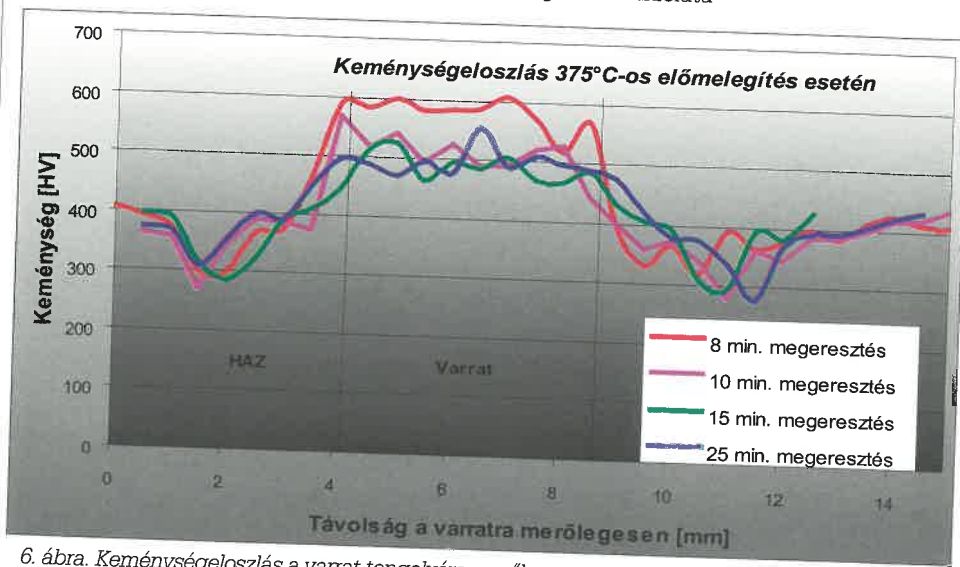
4. ábra. A 9. minta metallográfiai csiszolata



5. ábra. 12. minta metallográfiai csiszolata

Sorszám	Rm [MPa]	Rp [MPa]
1	1199	930
2	1141	825
3	1093	815
4	1055	738
5	1207	961
6	1175	939
7	1196	905
8	1200	883
9	1209	1017
10	1200	868
11	1208	982
12	1214	956

4. táblázat. Az egyes próbatestek mechanikai tulajdonságai



6. ábra. Keménységeloszlás a varrat tengelyére merőlegesen a 375°C-on előmelegített mintáknál

szembeni ellenállást, hanem a 8 perces megeresztési idővel készült mintákon mért törési ciklusszámok átlaga bizonyult a legjobb eredménynek az összes minta közül. Ez azt mutatja, hogy a jelenleg is alkalmazott 425°C-os előmelegítés megfelelő a hegesztett kötések fáradási tulajdonságainak maximalizálásához. A 425°C-os előmelegítéssel és megeresztéssel készült mintákon mért törési ciklusszámok átlaga a megeresztési idő függvényében szintén a 3. ábrán látható.

A 425°C-on előmelegített minták metallográfiai csiszolatai alapján a leghomogénebb szövetszerkezetű varrat e hőmérsékleten biztosítható. A megeresztési idő növekedtével a hőhatásövezetben jelentős mennyiségű ferrit kezd kiválni (7–8. ábra), ami bár szívóssága révén képlékeny csuklóként viselkedik terhelés hatására, de a varrat szilárdsági tulajdonságait rohamosan rontja. A mintákon mért keménységprofilok is jól tükrözik, hogy az 5 és 8 perces megeresztési idők esetén

észlelhető a legkisebb felkeményedés és kilágyulás az alapanyag keménységéhez képest (9. ábra).

A 475°C-os előmelegítéssel készült minták esetében a törési ciklusszám átlaga monoton csökkenő jelleget mutat a megeresztési idő függvényében. Az egy percnél rövidebb idejű megeresztések az ipari termelésben szintén nem javasoltak, mivel a jelenlegi technológia mellett pontos betartásuk nehezebben kivitelezhető. A 475°C-os előmelegítéssel és megeresztéssel készült mintákon mért törési ciklusszámok átlagát a megeresztési idő függvényében ugyancsak a 3. ábra mutatja. A 475°C-on előmelegített minták metallográfiai csiszolatain widmännstettenferrit kiválások láthatók a fúziós zóna határán, és proeutektoidos ferritkiválások a hőhatásövezetben. A 425°C-on előmelegített mintákhoz hasonlóan a hőhatásövezetben kiváló ferrit (10–11. ábra) e mintáknál is jelentősen rontja a szilárdsági tulajdonságokat, és ezzel egy időben a fáradással szembeni ellenálló képességet is. Ezt jól tükrözi a mintákon mért keménységeloszlási profil is, melyen jelentős kilágyulások észlelhetők a hőhatásövezetben (12. ábra).



7. ábra. Az 5. minta metallográfiai csiszolata



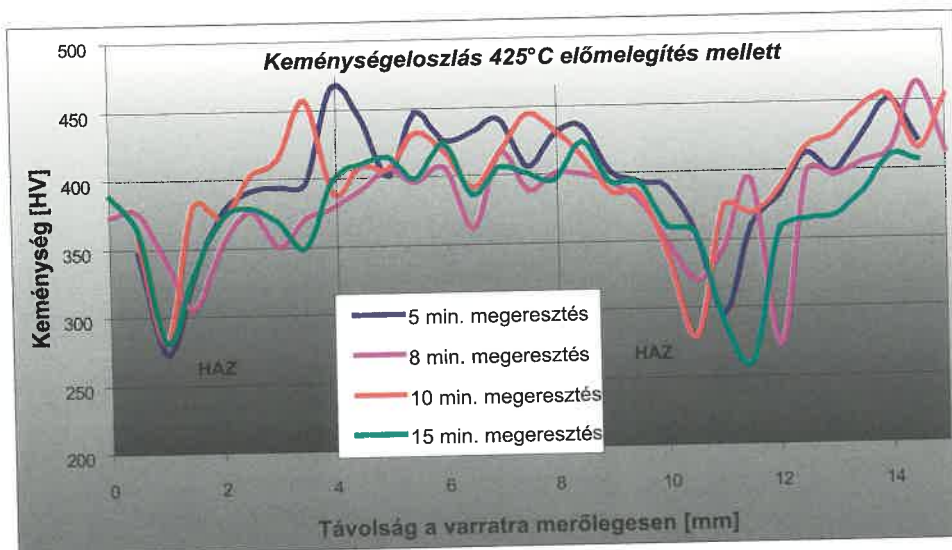
8. ábra. A 8. minta metallográfiai csiszolata



10. ábra. Az 1. minta metallográfiai csiszolata



11. ábra. A 4. minta metallográfiai csiszolata



9. ábra. Keménységeloszlás a varrat tengelyére merőlegesen mentén a 425°C-on előmelegített mintáknál

Összegzés

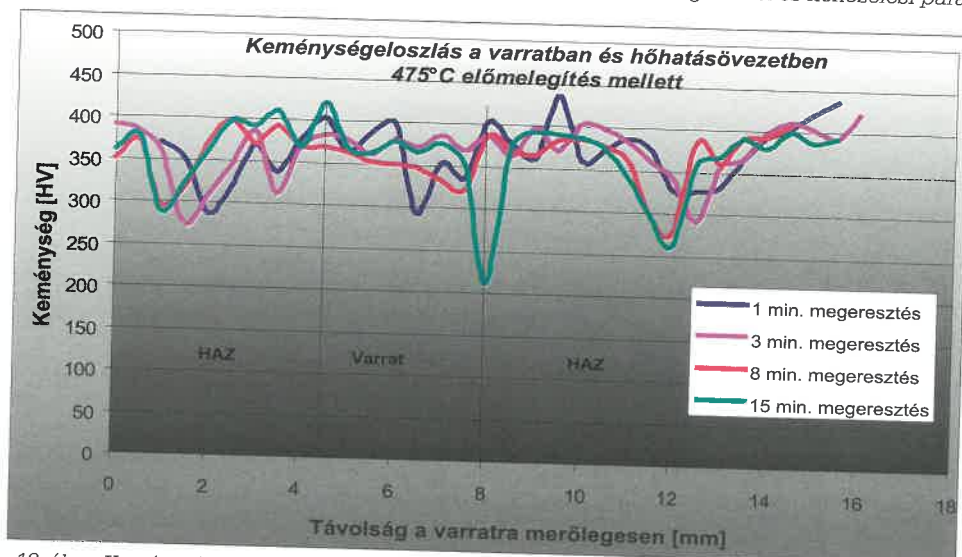
A különböző hőfokon előmelegített és megeresztett mintákon végzett vizsgálatok és a fárasztóvizsgálat eredményei közt legélesebben a keménységmérés emeli ki a kapcsolatot. A hegesztett kötések esetében, a varratban tapasztalható felkeményedés a kötés fáradási tulajdonságait negatívan befolyásolja. A vizsgált mintákon mért keménységértékek is ezt támasztják alá, ugyanis a törésig tartó legnagyobb ciklusszámot azon minták mutatták, amelyek a legkevésbé keményedtek fel az alapanyaghoz képest. A törésig tartó ciklusszám és az alapanyaghoz viszonyított felkeményedés közti kapcsolatot a 13. ábra mutatja.

A mintákon végzett előmelegítés hőmérséklete (hőfoka) és a megeresztési idő jelentősen befolyásolja a varratban, illetve a hőhatásövezetben kialakuló felkeményedést. Ezért a megfelelően megválasztott paraméterekkel biztosítani lehet a kötés maximális ellenállását kifáradással szemben. A megeresztési idő, az előmelegítési hőfok és a kialakuló maximális keménység kapcsolatát szemlélteti a 14. ábra. Az ábra alapján az alapanyag keménységéhez képest a legkisebb felkeményedést a 425°C-os előmelegítés mellett a 8–10 perces megeresztési idő garantálja, a vizsgálatok során alkalmazott hőbevitel mellett.

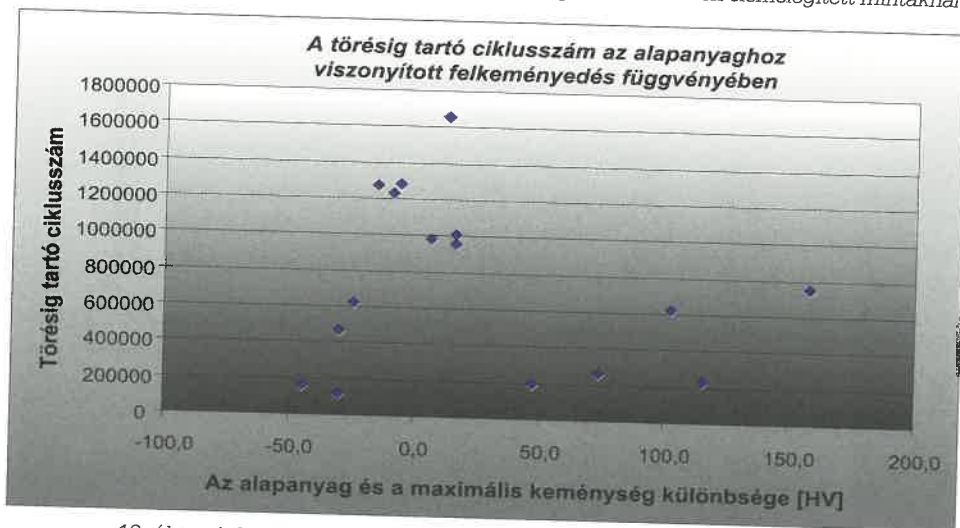
TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

Hegesztési sebesség [mm/min]	P [kW]	v huzal [mm/min]	Defókuszálás [mm]	Foltátmérő [mm]	Védőgáz/gyök-gáz [l/min]	Előmelegítési hőfok [°C]	Megeresztési idő [min]
500	2	360	10	2	13/4	425	8

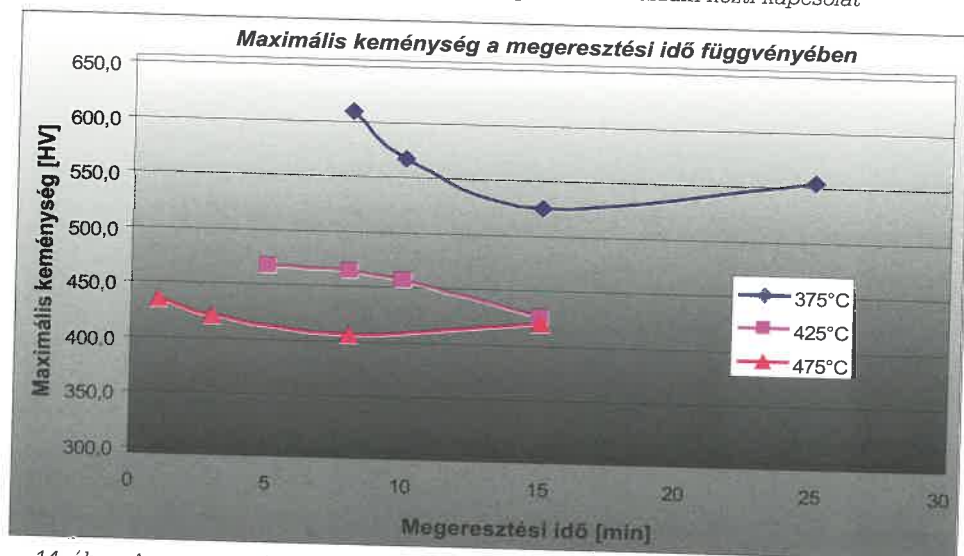
5. táblázat. A javasolt hegesztési és hőkezelési paraméterek



12. ábra. Keménységeloszlás a varrat tengelyére merőlegesen a 475°C-on előmelegített mintáknál



13. ábra. A felkeményedés és a törésig tartó ciklusszám közti kapcsolat



14. ábra. A megeresztési idő és a varratban kialakuló maximális keménység kapcsolata

A próbavarratokból kimunkált mintákon végzett vizsgálatok alapján a lézersugaras hegesztés kiválóan alkalmas a nagy C-tartalmú acélszalagok tompakötéseinek hegesztésére. A vizsgálati eredmények alapján a jelenleg is használatos, 425°C-os előmelegítés adja a fázisátalakulás leginkább ellenálló varratot. A megeresztési idők tekintetében az ipari termelésben alkalmazott 5 perces megeresztési idő 8 percre emelése indokolt. A hegesztési sebesség értékét a technológia adta korlátokon belül a legkisebb értéken érdemes tartani, a hőbevitel csökkentését elkerülendő a lézersugár teljesítményének arányos csökkentése mellett, a fáradási tulajdonságok maximalizálása érdekében. A javasolt hegesztési paramétereket az 5. táblázat foglalja össze.

Referenciák:

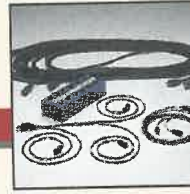
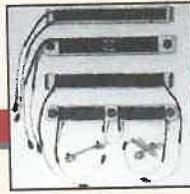
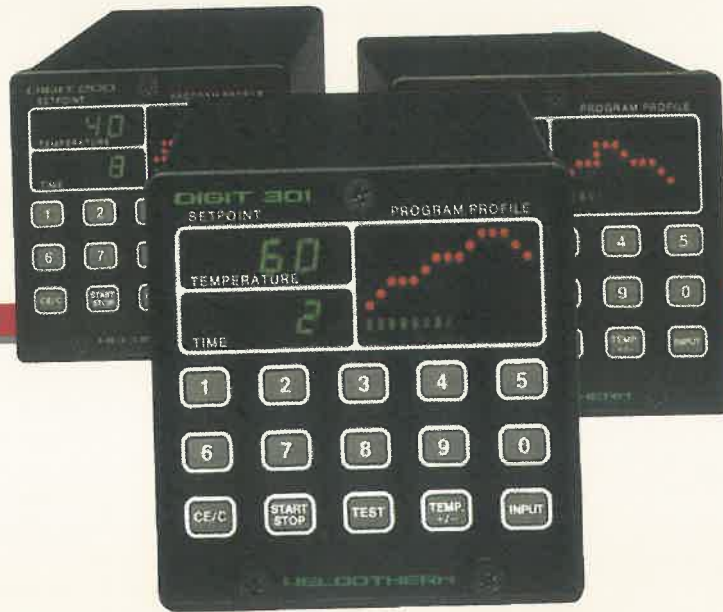
- [1] <http://www.simonds.cc/wideband/default.htm> (2008-07-21)
- [2] Z. Sun, M. Kuo: Bidding the joint gap with wire feed laser welding, *Journal of Materials Processing Technology* 87, (1999) 213-222.
- [3] K.Y. Benyounis, A.G. Olabi, M.S.J. Hashmi: Effect of laser welding parameters on the heat input and weld-bead profile, *Journal of Materials Processing Technology* 164-165, (2005), pp. 978-985.
- [4] L.P. Borrego et al.: Fatigue behavior of laser repaired welded joints, *Engineering Failure Analysis* 14, (2007) 1586-1593
- [5] J. Dobránszky, A. Magasdi, J. Ginzler: Investigation of notch sensitivity and blade breakage of bandsaw blade steels, *Materials Science Forum* Vols 473-474, (2005) pp. 79-84
- [6] M. Eibl, C.M. Sonsino, H. Kaufmann, G. Zhang: Fatigue assessment of laser welded thin sheet aluminium, *International Journal of Fatigue* 25 (2003) pp. 719-731

*Magasdi Attila, Dobránszky János
(MTA-BME
Fémtechnológiai Kutatócsoport, Budapest)



WELDOTHERM®

HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.



WELDOTHERM HŐKEZELŐ BERENDEZÉSEK AZ ÖNÖK SZOLGÁLATÁBAN!

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

PONTOS, MINŐSÉGI, IGÉNYEIKHEZ IGAZODÓ, TANÚSÍTOTT MUNKAVÉGZÉS.

GLÜHBESCHEINIGUNG / HŐKEZELÉSI TANÚSÍTVÁNY

- Die Wärmebehandlung erfolgte gemäß / A hőkezelési munka alapján 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, fűtőpaplank, kábelek, hőelemvezetékek, szigetelő-hőálló anyagok, hőálló szövetek, pántoló szalagok, -kapcsok, pántoló fogók, tapintócsúcsos hőmérők, infravörös hőmérők, hőfokregisztráló berendezések, csaphegesztő berendezések értékesítése.

FRONIUS hegesztő berendezések képviselése, értékesítése

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

E-mail: weldotherm@weldotherm.hu

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

A kis- és középvállalkozói szféra 100 leginnovatívabb vállalata díja 2008

**A Heinz Soyer GmbH inverteres csaphegesztési technológia
radiálszimmetrikus (SRM) mágneses mező segítségével**



A Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik GmbH. 1970-ben alapított családi vállalkozás mára sikeres vállalattá nőtte ki magát mely legalább 5 éves előnyre tett szert az iparágban, ahol a csaphegesztés technológia új útjait járják. A vállalatnál kifejlesztett új eljárással villámgyorsan lehet hegesztőcsapokat illeszteni akár a legvékonyabb munkafelületekhez is (hegesztési lemezvastagság/csap arány 1:16).

A SOYER vállalat világviszonylatban is kiemelkedő eredményeit nem csupán újszerű termékeinek és innovatív hozzáállásnak köszönheti. A siker egyik kulcseleme, hogy a termékek fejlesztése, gyártása, értékesítése és szervizelése mind egy fedél alatt történik. Mindez lehetővé teszi a gyors döntések meghozását, a szükséges

változtatások gyors megtételét. A top-management különösen hatékonyak bizonyul, ha az innovációról van szó. A management munkaidejének jelentős hányadát innovációs kérdésekre fordítja.

*„Előny
a feltalálói szellemnek
köszönhetően”*

Tekintettel arra, hogy az új találmányokat nem lehet felsőbb szintről elrendelni, a vállalatnál különösen fontos az olyan munkahelyi atmoszférára fenntartása, amelyben a munkatársak szabadon engedhetik fantáziájukat. A találmányok mindez nem okoz gondot, így a dolgozók munkaidejük 20%-át töltik az új ötleteken való töprengéssel. A kreativitás mellett a 75 munkatárs személyes fejlődését is

szem előtt tartják. A technikai és a kereskedelmi részlegben lévő munkatársak egyaránt 2 hetet töltenek továbbképzéseken.

A kisfokú hierarchiának köszönhetően, az újszerű ötletek, eljárások bevezetése és kivitelezése nagyon gyors lefolyású, így lehetővé válik maximális teljesítmény elérése, minimális erőbefektetéssel. Ez érvényes a világosan szabályozott eljárás designon is. Az új találmányok innovációs erejét gyorsan felismerik és azonnal szabadalmaztatják is. **Az elmúlt 3 évben a vállalat 7 nemzeti és 9 nemzetközi szabadalmat kapott.** Mindez egyértelmű jele annak, hogy a Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik GmbH a jó úton halad.



A Heinz Soyer GmbH termékpalettája a hegesztéstechnikai termékek fejlesztését, berendezések gyártását és szervizelését foglalja magába

Soyer Magyarország Kft.
Székely Zoltán
www.soyer.info.hu

AKCIÓ a készlet erejéig!

Ajándék „SHINE DIN 4/9-13” automata fejpajzs minden AWI és MIG/MAG berendezéshez



Qualiweld
Welding & Trade Kft.

H-8800 Nagykanizsa, Kemping 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.

Újdonság

a csaphegesztésben:

PAC
rendszer

- Folyamatos közvetett varratszilárdság-ellenőrzés külön időráfordítás nélkül
- Protokollkészítés minden egyes lehegesztett varratról



H-8800 Nagykanizsa, Kemping 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

AKTUÁLIS ESEMÉNYEK

Együttműködési megállapodás

Együttműködési megállapodás

ermély kitöltött egyrészről a

Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (Székhelye: 1024 Budapest, Margit krt. 85., a továbbiakban MKEH)

másrészről a

Magyar Hegesztőminősítő Testület (Székhelye: 1148 Budapest, Fogarasi út 10-14., a továbbiakban MHT), valamint a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (Székhelye: 1148 Budapest, Fogarasi út 10-14., továbbiakban MHE).

(továbbiakban együtt: Felek) között.

I. Az együttműködési megállapodás előzményei

A Magyar Hegesztőminősítő Testület és jogelődjei, valamint a hazai műszaki biztonságért felelős hatóságok az elmúlt évtizedekben szorosan együttműködtek. Folyamatosan alkalmasították a vezető körökre, közbe avatást igénylő alkalmatosságok ki és kipróbálását. Rendszeresen volt az információcseréről, az egymás rendezvényein való részvétel.

A Felek eredményesnek tekintik az elmúlt évtizedek együttműködési gyakorlatát és kívánják, hogy alkalmazkodjanak az újabb kihívásokhoz.

II. A jelenlegi együttműködés területei

1. A Magyar Hegesztőminősítő Testület és a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés vizsgálata a minősített hegesztőket, forrasztókat, jogszabályok által rögzített minősítő tanúsítványokat ad ki.

2. A Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal, mint a 6/1996. (II.26.) IKM rendelet) által delegált szervezet jogelődje állandó képviselőjevel képviseli magát a Magyar Hegesztőminősítő Testületben.

III. Az együttműködés továbbfejlesztésének területei

1. A Magyar Hegesztőminősítő Testület és a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal összehangolták a szakemberek képzése, továbbképzése, vizsgáztatása és minősítése során a folyamatos szakmai színvonal emelése érdekében végzett munkájukat.

Az MHT a vizsgáztatás felbontása, a minősített hegesztők tanúsítása során alkalmasítja az MKEH tapasztalatait.

Az MKEH a műszaki biztonsági felügyelet felkészítése során alkalmasítja a jelen együttműködés tapasztalatait.

2

2. A Felek feléértre együttműködés:

- a hegesztő szakma tekintetében összehangolták fejlesztési törekvéseiket, erőfeszítéseiket annak érdekében, hogy a szakma európai szintű integrációja megvalósuljon, tovább fejlődjen.

- az ellenőrzés érdekében a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés a valódi személyi tanúsítványokról a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatali körben előzetes információt szolgáltat.

3. Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal a jogszabályalkotásról tájékoztatás során igénybe veszi az MHT és az MHE területén összegyűjtött tapasztalatokat, amelyeket felhasználja a korábbi jogszabályok hatásának elemzésére, vagy az új megalkotása alkalmával.

4. A Felek - tájékoztatják egymást a közös témájú szakmai rendezvényeiről, találkozókról, felkérésre részt vesznek egymás szervezett programjain. A feleknek lehetőségük nyílik tájékoztatni a jelenlévőket a szervezettől folyó munkáiról, a jövőbeni elvárásokról, és a fejlődési lehetőségeiről.

Az együttműködési megállapodás keretében a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal vállalja:

- a Magyar Hegesztőminősítő Testület szakmai rendezvényein, szakmai fórumokon – külön egyeztetés alapján – a Hivatali tevékenységi körével összefüggő témákban előadót biztosít;
- kölcsönös egyeztetéssel a rendezvény műszaki eseményekről közleményezi a közös szakmai vélemény kialakítását;
- külön egyeztetés alapján tájékoztatásról, a szakmai tapasztalatok átadásával segít az MHT és az MHE munkáját.

Az együttműködési megállapodás keretében a Magyar Hegesztőminősítő Testület vállalja:

- amennyiben az MKEH a hegesztéssel összefüggő további többlet-kezelési lehetőségeket támaszt, akkor azt a Magyar Hegesztőminősítő Testület a 6/1996. (II.26.) IKM rendeletnek megfelelően megvizsgálja, egyeztetés esetén alkalmasítja az a szolgáltatással esetében;
- rendezvényen lehetőséget biztosít a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal illetékesek előadás megtartására.

Az együttműködési megállapodás keretében a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés vállalja:

- rendezvényen lehetőséget biztosít a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal részére előadás megtartására;
- folyamatosan információt nyújt a nemzetközi piacon megrendezésre tervezett hegesztési kiállításokról;
- hegesztéssel összefüggő tanulmányok esetén információt ad részvételi lehetőségről, érdeklődés esetén megszervezi az utazást.

3

Kapcsolattartás:

A Felek jelen együttműködés során kijelölik a kapcsolattartásért felelős személyeket, akik a megállapodásban rögzített közzétételüket megvizsgálják és megállapítják a felek közötti tájékoztatási egyenlőséget.

Kapcsolattartók:

MKEH részéről - **Willik Emő Részlelyvezető-helyettes** *Állásai, továbbképzési-
- Szék tisztelettel* *Ritondécsa szakirányú szakmai területen*

MHT részéről - **Csalócai István elnök**

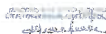
Az együttműködési megállapodás hatálya:


Az együttműködési megállapodás az aláírás napján lép hatályba és határozatlan időre szól, évenkénti felülvizsgálati lehetőséggel.


A megállapodás felmondással a másik félhez írásbeli nyilatkozattal és 30 napos felmondási idővel bármelyik fél kezdeményezheti.

Felek ezen megállapodást 3 eredeti példányban jóváhagyólag írják alá.

Budapest, 2008. július 02.


MHE
Dr. Szabó Béla
MHE igazgató


MHT
Dr. Csalócai István
MHT elnök


MKEH
Dr. Kaufmanné Szirmai Katalin
MKEH főigazgató



Dr. Cselőtei István

Hegesztők minősítése nálunk és a nagyvilágban

(Tájékoztató a Magyar Hegesztőminősítő Testület stratégia előkészítő üléséről.)

A hegesztés speciális technológiai tevékenység, utólagos ellenőrzéssel nem lehet biztosítani a varratok kellő minőségét. Előzetes intézkedéseket kell tenni a kívánatos minőség garantálására. A hegesztők minősítése, a minősített hegesztő „kategória” alkalmazása egy ilyen előzetes tevékenységnek tekinthető.

A minősített hegesztők tevékenysége szorosan kapcsolódik a jogilag szabályozott terület igényeihez. A működést, a követelményeket Magyarországon mindvégig miniszteri rendeletek írták elő. Először 1969-ben a 3/1969. (VII.29.) KGM rendelet szabályozta ezt a területet. A hazai jogi szabályozás beindításához az 1969. évi ú. n. „Répceleki katasztrófa” kellő indítást adott.

Magyarország e tekintetben mindvégig a fejlett országokban alkalmazott módszer szerint járt el. Az eltérések évtizedekkel ezelőtt minimálisak voltak. Az elmúlt 16 évet az „Európai szabályozással” történő teljes összhang jellemezte.

Jelenleg Magyarországon hegesztéssel két testület foglalkozik egyidejűleg. Az egyik az EWF-hez köthető Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület (ANB). A másik a Magyar Hegesztőminősítő Testület (MHT). Ez utóbbit mai formájában a Kormány 18/1996.(I.31) rendeletben történő felhatalmazása alapján a 6/1996. (II. 21.) IKM rendelet hozott létre. Ez a nemzeti fejlesztési és gazdasági miniszter szakmai tanácsadó, hegesztési témakörökben szabályalkotó, a hegesztés területén érdekelt tárcák, főhatóságok, gyártók, szakmai-, érdekvédelmi- szervezetek, oktatási intézmények érdekeinek összehangolását, a követelmények támasztását és ellenőrzését szolgáló testület. A minősített hegesztéssel összefüggő operatív feladatokat mindvégig a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés látta el.

A nemzetközi kapcsolatok kialakultak, fejlődtek. Az Európai Hegesztési Szövetséggel (EWF) és a Nemzetközi Hegesztési Intézettel (IIW) élő kontaktusok vannak.

Magyarország nem teheti meg azt, hogy a nemzetközi szintű műszaki szabályozásban, szabványosításban csak a már eldöntött tényeket vegye tudomásul. Részt kell vállalnia azok előkészítésében, formálásában is.

A fémhegesztés területén – mi magyarok - versenyben vagyunk a külföldi tu-

lajdonban lévő tanúsító szervezetekkel. Említést érdemlő feszültségek nélkül osztozunk velük a hazai piacon.

Megítélésünk szerint a hegesztők minősítésének hazai szabályozása megfelel a napi gyakorlatnak. A magyar érdekek képviselője biztosított a hazai és nemzetközi együttműködésben, aktív tevékenységet fejtünk ki a hazai és európai szabványosításban.

Az alap koncepciónak megfelelően kiszolgáljuk az érintett nukleáris, műszaki biztonsági és bányabiztonsági hatóságokat. A közelmúltban együttműködési megállapodást írtunk alá a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatallal.

Elemezzük a hegesztési hibákhoz kapcsolható baleseteket. Határozott törekvésünk a megkövetelt színvonal tartása, lépéstartás a gazdaságban, társadalomban lejátszódó gyors változásokkal.

Nem vagyunk elégedettek azokkal a változásokkal, melyek az Országos Képzési Jegyzék (OKJ) életbelépésével bekövetkeztek. A változásokat a szakmai területünkre (fém és műanyaghegesztésre) vonatkozóan hátrányosnak tartjuk. Folytatni fogjuk lobbí tevékenységünket e területen. Aggodalmaink vannak az utánpótlást illetően.

A műanyaghegesztés területén alapvető üzleti partnereink a gázszolgáltató társaságok, de sikeresen debütáltunk a nukleáris terület felé. Lépéseket tettünk más szakterületek, így a víz és csatorna-rendszerek építése, fenntartása irányába, de üzleti sikerről még nem beszélhetünk. Ugyanakkor a napi gyakorlatban ma már nem kizárólag kemény polietilén (KPE), hanem polipropilén hegesztése is megtalálható.

A fémhegesztés témakörében lépni kívánunk a vasút felé, hiszen a személytanúsítás új lehetőségeket kínál.

A Európában a műszaki szabályozás mozgásban van. Európa figyel a tengerentúli lépésekre. Korábban nem tapasztalt volumenű ISO szabvány került át-emelésre EU szabványokba. Tapintható jelei vannak a vállalkozóbarát irányba történő elmozdulásnak.

A Magyar Hegesztőminősítő Testület legutóbb 2001. évben tekintette át stratégiáját, most készül az akkor elhatározottak értékelésére, újabb kitekintésre.

Jelenleg készülünk a következő stratégia megfogalmazására. Indulásként – in-

formatív – megbeszélés formájában kitekintettünk a világra.

Néhány egyedi példa.

A világ országaiban alapvetően ú. n. Munkaügyi Minisztériumok feladata, jog és hatásköre a veszélyes berendezések gyártásával, javításával, felújításával összefüggő személytanúsítási tevékenység állami felügyelete.

Az Amerikai Egyesült Államokban az egyes államok számos hasonlósággal, de államoként eltérő módon szabályozzák hegesztők minősítését. Az Oklahoma állam pl. önálló „Hegesztési törvényt” (Welding Law) alkotott, ahol a munkaügyi miniszter mintegy 27 oldalas terjedelemben rendelkezik a követelményekről. (Lásd: www.ok.gov/~okdol/ssd/Welders/SSDWeldingBooklet-2-2006-07.pdf oldalt.)

Az Észak-Amerikai kontinensen Kanada, azon belül Alberta állam mintaszerűen cselekszik e területen. Hazánk 1960-as 70-es éveik gyakorlatára hasonlít a kemény állami felügyelet, ami a veszélyes berendezések gyártása, üzemeltetése során követelmény. Például valamennyi technológiát regisztráltatni kell. Szigorúan ügyelnek az összeférhetetlenség követelményei betartására. Részletes szabályzatok rögzítik a tennivalókat. A világhálón elérhető az instrukciók a www.absa.ca/PressureWelderRegulations.aspx oldalon.

Japán, Kína, Korea erős központi szervezeteket tart fenn. Kína az ilyen irányú importja felügyeletére önálló kvázi minisztériumot hozott létre.

A Dél-Koreai www.krs.co.kr internetes oldal tanulsága szerint részletes információkat kell közölni azoknak, akik minősített hegesztőként kívánnak működni a hajógyártásban.

A Közel-Keleten az olajtársaságok nemzetközi előírások beemelésével garantálják a műszaki biztonságot.

Izrael, Ausztrália alapvetően az ISO szabványokra épít.

Dél-Afrikában állami segítséggel valósul meg a hegesztők képzése.

A magyar hegesztők minősítésével összefüggő számvetés napirenden van. Megállapítható: a korábban rögzített célok alapvetően megvalósultak. Kellő színvonalon ki tudjuk szolgálni megrendelőinket. Nem kevés azon fiatalok száma, akik e szakterületen határainkon kívül keresik kenyerüket. Célunk együtt haladni a nemzetközi mezőnnyel, megfelelni a mindenkor követelményeknek.

Most kitekintettünk a világba. Látjuk azt, hogy a veszélyes berendezések gyártása kellő állami felügyelet alatt zajlik. A kellő színvonalú képzés, a követelmények folyamatos kontrollja elengedhetetlen.

AKTUÁLIS ESEMÉNYEK

Dr. Komócsin Mihály*

Beszámoló az IIW grazi közgyűlésén az IIW és az EWF munkájáról

Az IAB és az EWF elkészítette éves jelentését. A jelentésből néhány közérdeklődésre számot tartható adatot foglaltunk össze.

Az adatokból látható, hogy mind az IAB, mind pedig az EWF sikeres évet zárt, a rendszereikben lefolytatott kép-

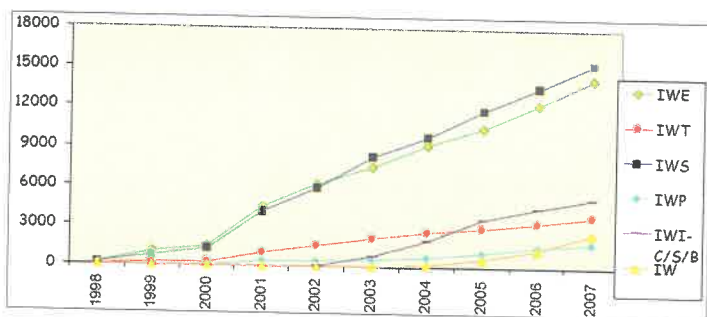
zések, és így a kiadott diplomák száma nőtt. Magyarország a kiadott IAB/EWF diplomák számát tekintve a nemzetközi mezőny középső harmadában helyezkedik el.

A kiadott IAB diplomák halmozott száma képzési szintenként:

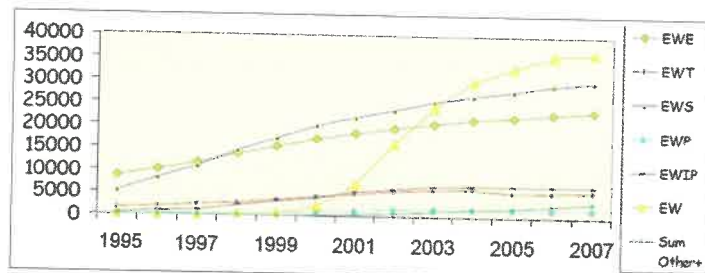
EWF diplomák halmozott száma képzési szintenként

IIW+EWE diplomák kiadásának teljesítmény mutatói országonként a népesség és az acél felhasználás alapján 2007-ben.

*Miskolci Egyetem



A kiadott IAB diplomák halmozott száma képzési szintenként



A kiadott EWF diplomák halmozott száma képzési szintenként

Ország	Kiadott IIW és EWF diplomák száma	Népesség, fő millió	1 millió lakosra jutó diplomák száma	Acél felhasználás, millió t	1 millió t acélra jutó diplomák száma
Finnország	367	5,3	69,25	2,60	141,15
Ausztria	417	8,3	50,24	5,04	82,74
Németország	4060	82,5	49,21	42,19	96,23
Szlovénia	75	2,0	37,50	1,30	57,69
Svédország	242	9,0	26,89	5,59	43,29
Belgium	240	10,5	22,86	5,70	42,11
Csehország	225	10,3	21,84	6,63	33,94
Svájc	157	7,3	21,51	2,57	61,09
Horvátország	80	4,4	18,18	0,88	90,91
Szlovákia	88	5,4	16,30	2,23	39,46
Portugália	161	10,6	15,19	3,36	47,92
Hollandia	167	16,3	10,25	4,27	39,11
Bulgária	69	7,7	8,96	1,83	37,7
Lengyelország	320	38,1	8,40	12,44	25,72
Norvégia	32	4,4	7,27	1,66	19,28
Magyarország	62	10,1	6,14	2,58	24,03
Szerbia	61	10,1	6,04	1,78	34,27
Nagy-Britannia	321	60,4	5,31	14,71	21,82
Románia	101	21,6	4,68	5,1	19,80
Franciaország	220	60,9	3,61	18,08	12,17
Ausztrália	64	20,6	3,11	7,4	8,65
Olaszország	181	58,8	3,08	38,75	4,67
Spanyolország	131	43,8	2,99	30,44	4,3
Dánia	14	5,4	2,59	2,21	6,33
Irán	76	68,6	1,11	15,66	4,85
Japán	77	127,4	0,60	83,30	0,92
Kanada	19	31,6	0,60	19,25	0,99
Thaiföld	32	62,8	0,51	14,49	2,21
Kína	551	1313,9	0,42	384,32	1,43
Dél-Afrika	16	44,2	0,36	6,68	2,4
Ukrajna	13	47,1	0,28	10,14	1,28
Oroszország	30	142,1	0,21	42,78	0,7
India	4	1095,0	0,01	48,57	0,08
Brazília	0	186,0	0	20,59	0
Nigéria	0	131,8	0	1,36	0
Szingapur	0	4,5	0	2,47	0
USA	0	304,0	0	128,55	0
összesen	8673	4072,8	2,13	997,5	8,69

IIW+EWE diplomák kiadásának teljesítmény mutatói országonként a népesség és az acél felhasználás alapján 2007-ben.



WELDOTHERM®

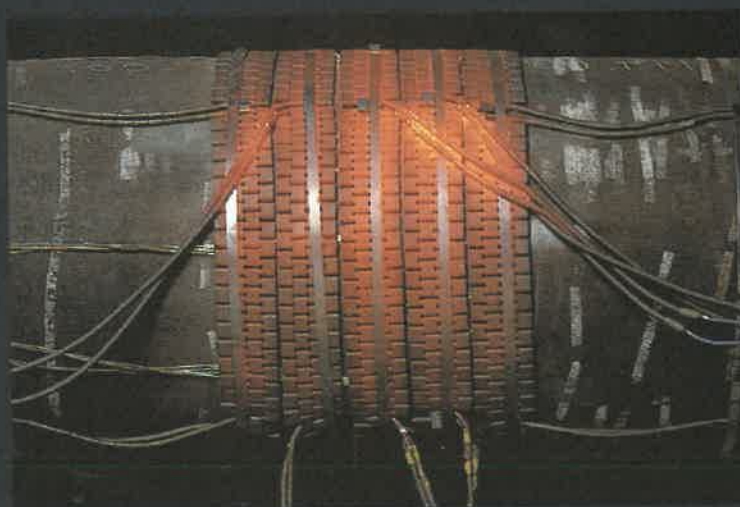
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

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

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTAL PÁROSÍTVA = 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

Az acélpiac turbulenciája a hegesztőanyagok árának növekedéséhez vezet

A kínai és indai beruházások jelentősen megnövelték az acélpiacon a keresletet, és ez az alapanyagárakat felhajtotta.

A közeli jövőben ez az áremelkedés még nem ér véget, és ez kihat a hegesztőanyagok árának várható további emelkedésére is, mivel 2012-re szemben a jelenlegivel pl. a kínai acéligény megkétszereződését prognosztizálják és nincsenek jelei annak, hogy Kínán kívül jelentősen növekedne az acéltermelés.

Az acél ára növekedésének egy másik – járulékos – oka, hogy Kína növelte az acélexport támogatását és ennek eredményeként a kínai szállítók árait megemelték, ezt a lehetőséget az európai gyártók is kihasználták és szintén emelték az árait.

További áremelkedés várható, mert Japánban, Kínában és Európában is az acél alapanyagainak, a vasércnek és szénnek az árai is emelkednek – mert

pl. a japán acélgyártó óriás a Nippon Steel és a többiek is már most kb. háromszoros áron veszik a szenet az ausztráliai szénforgalmazóktól, mint vették a 2007. évben.

Ebben az évben a vasérc ára kb. 65% -al emelkedett a múlt évihez képest. Ez pedig megnehezíti annak becslését, hogy ez mikor és milyen módon jelentkezik a hegesztőanyagok árában.

A mai gyakorlat szerint az ötvözetlen acél hegesztőanyagok árai akár havonta is változhatnak, de nagy erőfeszítésekkel talán elérhető, hogy az árakat negyedéves időtartamra stabilizálják.

Sajnos a nikkel árának növekedése az ausztenites acél árát is jelentős mértékben felhajtja, ezt azzal is próbálják mérsékelni, hogy más helyettesítő acélfajtát keresnek, amelyben a nikkel tartalom kevesebb, és ilyen, pl. a ferrites változat.

Forrás: VALK MAILING, 2008, No.1.

Hegesztőhiány az USA-ban

Az Amerikai Hegesztési Egyesület (AWS/MIAMI/USA) bejelentette, hogy a The Lincoln Electric Co. 300.000 US – \$-t (dollár) adományoz az AWS Foundation (AWS Alapítvány) részére, hogy ezzel is enyhítse az egész országra kiterjedő hegesztő hiány csökkentését. Túl az adományon a cég az AWS Foundation-t még abban a kampányban is erkölcsileg támogatja, segíti, amelynek célja a hegesztői pálya népszerűsítése és a szakma elismertségének növelése. Az AWS és más kutatók szerint a hegesztők átlagosan az ötvenes éveik közepében járnak. Kevesebb képzett szakember lép erre a pályára és ehhez kapcsolódik, hogy folytatódik a tapasztalt, nagy gyakorlattal rendelkezők nyugdíjba vonulása és ez a hiány odavezethet, hogy gyártási szektor, de az egész gazdaság is meggyengülhet.

A cég ettől az évtől kezdődően két évig folyósítja az adományt. Ezen kívül támogatja a pálya imázsát javító marketinget és az AWS-sel közösen részt vesz a hegesztői kariert népszerűsítő video elkészítésében is, amelyet on-line és a tanterekben, valamint az iparon belül alkalmazhatnak.

Forrás: Welding and Cutting, 2008. 3. szám, p.: 129.

„Eurojoint 7” az EWF és az V. Olasz Hegesztő Napok az Olasz Hegesztési Intézet szervezésében

Helyszín: VELENCE- LIDO Olaszország.
A régi CASINO Kongresszusi Központjában.
Időpont: 2008. május 21 – 22.



A párhuzamos MŰSZAKI SZEKCIÓK témái:

- Műszaki szekció: - Korszerű alap- és hegesztőanyagok,
- Műszaki szekció: - Hegesztett alkatrészek és szerkezetek megbízhatósága,
- Műszaki szekció: - Korszerű és hagyományos hegesztési eljárások,
- Műszaki szekció: - Hegesztett szerkezet gyártásmenedzsment,
- Műszaki szekció: - Automatizálás, robotok és érzékelő rendszerek,
- Műszaki szekció: - Diagnosztika és roncsolásmentes anyagvizsgálat hegesztett alkatrészen és hegesztett szerkezeteken.

A Műszaki szekció üléseivel párhuzamosan hegesztőgép kiállítás és poszter előadások is láthatók.

Elérhetőség – programinformáció: [http:// www.gns5-eurojoin7.it](http://www.gns5-eurojoin7.it)

A huzalelektroda adagolás fejlesztése végtelenített hegesztőanyaggal

A Wire-Wizzard (Valk Welding) termékcsalád egyik új tagja az a berendezés, amelyik a hegesztőhuzalok végtelenítésére szolgál. Ennek segítségével a kifutó huzalelektroda összekapcsolható az új csévet levő huzalelektrodával. Ezt a műveletet egy huzal-tompahegesztő, huzalkalibráló és továbbító gépegység végzi. Ennek a külön álló gépegységnek két és négy csévetest kezelésére alkalmas változata van, így két hegesztő állás is kiszolgálható. A huzal tompahegesztése és sorjázása (kalibrálása) csak néhány percet vesz igénybe és közben a hegesztés termelési folyamatát nem kell megszakítani.

Az előnyök:

- a huzalcsere idejére sem szakítják meg a terméket előállító hegesztési műveletet,
- a huzal csévetest cseréhez nem szükséges ember,
- mindenfajta hegesztőhuzalt tartalmazó csévetesthez használható és
- egyéb kiegészítőkkal.

Forrás: VALK MAILING, 2008 – No.1.

Termelési folyamat alatt használt tisztító eszközök

„parts2clean” Nemzetközi Vásár és Kiállítás

Alkatrészek optimált tisztítása

Ha a gyártási folyamat után a felületen visszamaradó részecskék, forgács, sorja, vagy ujjnyomok, és felületi foltok előírás szerinti eltávolítása nem történik meg, akkor igen költséges selejt képződhet, vagy utánmunkálást kell végezni, de a tárgy megjelenése romlik.

A „6.-dik Alkatrész Tisztítási Vásáron és Kiállításon” az alkatrészek tisztítására olyan költségtakarékos, megbízható, megismételhető és környezetkímélő megoldásokat mutatnak be, amelyek szinte minden iparágban alkalmazhatóak. *A neves nemzetközi vásárt és kiállítást, amelynek fő témája a termelési folyamatokba integrált tisztítás, az új Stuttgarti Kiállítási központban rendezik meg, Németországban 2008. október. 28 – 30. között.*

Az utóbbi időben számos iparágban a gyártmányokra, alkatrészekre vonatkozó tisztasági követelmények jelentősen megszigorodtak. Ugyanakkor az árra nehezedő nyomás pedig növekszik.

A termékeket előállító gyártók így azzal a kérdéssel találják magukat szemben, hogy elfogadható költségráfordítás mellett hogyan tudják teljesíteni a tisztasággal összefüggésben felmerülő gazdasági és ekológiai elvárásokat is.

A Tisztítási Nemzetközi Vásáron és Kiállításon a kiállítók erre a problémára adnak választ, mert ott áttekinthetően megismerhetők a tudomány mai állását képviselő megoldások, a legfrissebb műszaki haladást és a fejlesztést tükröző eredmények.

A tisztasági követelmények határozzák meg a tisztítási eljárást

Valójában, amit a tények is igazolnak nincs varázs formula, megoldás arra, hogyan lehet az előírt tisztasági követelményeket teljesíteni, valamennyi tisztítási feladat sajátos és egyedi megoldás alkalmazását teszi szükségessé olyant, ami tartalmazza a tisztítási technológia eljárásait, magát a tisztítószert és a tisztításhoz használható eszközöket is.

A tisztítandó termékek kezelése attól is függ, hogy pl. ömlesztett, vagy egyedi darabok, vagy tisztásukat tételben célszerű-e végezni, továbbá még attól is, hogy milyen mértékben sérülékenyek és milyen a geometriai alakjuk, másrésztől, hogy milyen fokú az előírt tisztaság.

A technológiai folyamatban mindegyik – fent említett – esetben alapvető az alkalmazott eszköz, pl. a bemeztető kosár, amelyben a darabokat öblítéshez úgy lehet bemeztetni, hogy azok a tisztítószerezrel minden oldalról jól nedvesíthetők, átöblíthetők.

A jó hozzáférhetőség kifizetődik, mert a szükséges szárítási és műveleti ciklusidő rövidebb, és így nagyobb lesz a termelékenység és a tisztító fürdő élettartama is meghosszabbodik.

Az összetett formájú darabok tisztításához, vagy amelyekhez egyedi tisztítási technológia és nedvesítés szükséges a vizes alapú tisztítók, vagy oldatok alkalmazása ajánlott.

Ezek alkalmasak a csatornák, a furatok, az alámetszések és a funkcionális felületek kezeléséhez is.

A fent említettekhez tartozik még, hogy a darabok nem megfelelő kezelése miatti kár elkerülése végett előnyös a darabok egyedi tisztítása.

Ha a darabokat nem tisztítani, hanem sorjázni kell, akkor erre a célra olyan rugalmas rendszerek állnak rendelkezésre, amelyek nagy nyomással, kefével és/vagy merev befogású szerszámokkal végzik el a tisztítást.

A különböző munkadarabokhoz könnyű adaptálni a nagyotmórási sorjátlanítóhoz kifejlesztett új vezetőszerkezt, és összehasonlítva ezt egyes robotrendszerek alkalmazásával még költségmegtakarítás is elérhető.

Az új fejlesztésű sorjátlanító rendszert a furat fölé, vagy egy geometriai helyező rendszer segítségével a peremre helyezik, ezzel a sorjás kontúr pontosan letapogatható, és a sorja nagyotmórási vízszugárral eltávolítható.

Száraz eljárásokkal elérhető nagyfokú tisztaság

Az egyedi darabok és az egyedileg pozícionált darabok, valamint az ömlesztett áruk egyik optimált tisztítási eljárása a plazma technológia alkalmazása.

A plazmatisztításra tipikus példa a kenőanyag maradványok eltávolítása, különösen olyanoké, mint a szilikon maradványok (a rövidített jele: PWIS - Paint Wetting Impairment Substances, tisztító eljárás), azaz a káros, festékalapú nedvesítő anyagoktól mentesítés.

A plazma eljárással elérhető tisztítás mértéke függ a munkadarab felületének geometriájától, és szerkezetétől.

Ennek az eljárásnak járulékos hatása, hogy optimális felületelőkészítés adódik, és ezáltal a kikészítés során a ragasztó, vagy a felületbevonók felhordásánál a tapadás kiváló lesz.

A tisztító plazma eljárások alkalmazhatósága széleskörű, például az elektronikai- és a mikrorendszereknél a csévélesi bevonatok felhordása előtt, vagy az optikában, az analitikus kémiában, a műanyagok- és a fémfeldolgozásnál is.

A szén-dioxidral végzett szuperkritikus tisztítás is egyre inkább terjed.

A „szuperkritikus” itt azt jelenti, hogy a széndioxidot aggregált állapotban használják, mert ilyenkor fizikai jellemzői a folyékony és a gázállapot közöttiek. Amíg ez az állapot fennáll a CO₂-re jellemző a minimális viszkozitás és a felületi feszültség.

Ilyen módon a polarizálatlan szennyeződés, mint amilyenek az olajok, és a zsírok a legkisebb repedésekből és pórusokból, továbbá a porózus felületekről is eltávolíthatók.

Az alkalmazott technológiai eljárás, a folyamat a *legjobb gyakorlat* szerinti validációja lehetséges, így például az orvosi technológiában.

A kisebb költség a funkcionális (működő) felületek célzott tisztításával érhető el

A szelektív tisztítással, amely egy darab előre kiválasztott területének adott eljárással történő megtisztítását jelenti, pl. tömítő, kapcsoló, ragasztott és lézer hegesztéssel előállított felületek esetében idő és költség megtakarítás érhető el.

Az ilyen esetekben a teljes darab tisztítási költsége és a szükséges idő, amelyek függ a funkcionális felületre előírt tisztasági foktól, rendkívül nagy lehet azért, mert a tisztítási eljáráshoz tradicionális vízbázisú, vagy oldatokat tartalmazó anyagokat alkalmaznak.

A „CO₂-hó jet”, vagy a plazma felülettisztítást többnyire a gyártási láncba, folyamatokba integrálják.

A gyártási folyamatba integrált felülettisztítást kísérő járulékos előny még a just-in-time tisztítás lehetősége, ez a felületek tisztítása után és a szállítás alatti tisztaság megőrzésére irányuló további intézkedéseket feleslegessé teszi.

Először a COROSAVE

A 6. Alkatrész Tisztítási Kiállításon és Vásáron a kiállítók 2008. október. 28 – 30. között termékbemutatót tartanak, és olyan megoldásokat mutatnak be, amelyek a gyártási folyamaton belül a tisztítás teljes folyamatát felölelik.

A vásári lehetőségek tartalmazzák a tisztító rendszerek, az alternatív tisztítási technikák, a tisztítószerek, a minőségbiztosítás, az eljárás-felügyelet, a tisztító és szállító konténer, a folyamathoz szükséges anyagszállítás, a megőrzés, a kezelés, az eltávolítás, az automatizálás, a szerviz és az ezekre irányuló információszerezés, valamint a tanácsadás lehetőségét.

További előny még, hogy a “COROSAVE – szakmai témaparkot” ebben az évben először szervezik meg.

A vásáron lehetőség van a korrózióvédelem napjainkban elért eredményeit és problémáit a korróziós problémák megelőzésére, a védőcsoomagolásra, a gyártásra, a szállításra és a tárolásra vonatkozóan megismerni.

Az itt megismerhető számos elv, eljárás és megoldás több iparág számára költségeik csökkentésére, a különböző egyedi darabok és rendszerek működése biztonságának növelésére jelentős lehetőséget kínál.

A háromnapos „mindenre kiterjedő” szakértői fórum segít a tisztításra vonatkozó számos know-how-t megismerni, és lehetőség van olyan speciális folyamatközpontú bemutató megtekintésére is, amely a munkadarab gazdaságos tisztítását mutatja be, különös tekintettel a speciális követelményekre.

További információk:

– www.parts2clean.de,
– fairXperts GmbH, Hauptstr. 7, D-72639 Neuffen, Germany, phone: +49 (0)7025 8434-0, fax: +49 (0)7025 8434-20.

Halász Gábor*

Minőségi vágástechnológiák a Messer-től

Tudósítás a „Lángvágási technológiák helye a termikus vágástechnológiák között” című szakmai napról

2008. június 5-én mintegy 40 szakember részvételével került megrendezésre a „Lángvágási technológiák helye a termikus vágástechnológiák között” témájú szakmai nap a Messer Hungarogáz nemrég felavatott hegesztés- és vágástechnikai oktató központjában. A szakmai továbbképzés a Messer Hungarogáz és a Magyar Hegesztők Baráti Köre szervezésében valósult meg.

A Hegesztés- és Vágástechnológiai Technikum a Messer Csoport nemzetközi technikum-hálózatának részeként egy kiterjedt nemzetközi tudásbázisra épít, munkájában támogatást kap a vállalatcsoport és innovációs partnereinek külföldi szakembereitől. Ennek az együttműködésnek köszönhetően a hegesztés és forrasztás újdonságait bemutató tavaszi szakmai rendezvényünk után került sor ez évi második szakembereknek szánt továbbképzésünkre. Az elméleti előadásokat és gyakorlati bemutatókat a Messer Cutting & Welding GmbH és a Messer Cutting Systems GmbH nagy tapasztalattal rendelkező szakemberei tartották.

Az előadások alkalmával bemutatkoztak a Messer vállalatok: a Messer Cutting & Welding GmbH a kézi autogéntechnikai

hegesztő-vágó eszközök, a gépi vágópuskák, vágó fúvókák, nyomáscsökkentők, gázlefejtő központok gyártója, a Messer Cutting Systems GmbH pedig a lángvágó, plazmavágó és lézervágó berendezések szakértője.

A szakmai nap célkitűzése az volt, hogy felfrissítse az autogéntechnika elméleti alapjaival kapcsolatos ismereteket, bemutassa a lángvágás aktuális helyzetét, a jelenleg folyó fejlesztéseket és jövőbeli lehetőségeket összehasonlítva a többi konkurens termikus eljárással. Az elméleti előadások mellett gyakorlati bemutatók keretében különböző gázokkal végzett vágásokat, továbbá nagyteljesítményű kézi vágóeszközöket láthattak munka közben a jelenlévő szakemberek.

A lángvágás elméletével foglalkozó előadásban az alapok mellett az autogéntechnikával vágható anyagokról és a fúvóka kialakításokról is tájékoztatást kaptak a jelenlévők. Ezt követően kerültek sorra a gépi lángvágás eszközei, vágófejek (puskák) és kiegészítőik, illetve nagyobb teret kaptak a hagyományos, gyorsvágású, nagyteljesítményű és speciális bugavágó, poradagolású fúvóka változatok.

A szakemberek a kézi lángvágó eszközökről és hordozható lángvágó gépekről is hasznos információkhoz jutottak.



Az előadók bemutatása)



A szakmai napon jelenlévő érdeklődők)



Alfa vágófej



Global Control



Global Skew Rotator

MÉDIAKÖZLEMÉNY

A Messer Cutting Systems előadásában a lángvágó gép családok kerültek bemutatásra, a hordozható egyszerű kézi lángvágóktól a bonyolult több vágófejes, illetve a ferde vágáshoz szükséges aggregáttal, vagy forgatóval (rotátorral) felszerelt nagyteljesítményű, olykor hatalmas méretű komplex autogén-plazma, vagy lézer-plazma vágógépekig.

Az utóbbi évek lángvágást is érintő fejlesztéseiből a következőket emelte ki az előadó:

Az új Alfa vágófej (puska) egy (a vágófejbe) beépített mágneses szenzorral, illetve új típusú gyorsan cserélhető fúvóka típussal rendelkezik. Az új vágófej kizárólag Messer fejlesztés és szabadalmi védelem alatt áll.

A Global Control vezérlés egy sikeres együttműködés és több éves fejlesztő munka eredménye, amely a termikus vágásoknál számos újdonsággal, laptop méretével, felhasználóbarát felülettel, könnyű kezelhetőséggel és komplex adatbázisokkal segíti a gépkezelők (az operátorok) munkáját.

A Global Skew Rotator 360° elfordulást biztosító berendezéssel különböző, akár vágás közben is változó leélezés készíthető.

Az előadásban teret kapott a különböző termikus technológiák összehasonlítása is a vágandó anyagminőségek, vastagságok, alkalmazási tartományok, a darab bonyolultság, a vágási felületminőség és termelékenységi szempontok figyelembe vételével. Ennek keretében láthatták a jelenlévők párhuzamosan egymás mellett versenyezve az autogén, plazma és lézer eljárásokat, amint RSt 37-2 alapanyagból ugyanazt a geometriájú és méretű darabot vágják ki. A verseny 5, 10, 15, 20 mm vastagsá-



Oxy-acetilén láng-; plazma-; és lézervágással készített darabok felületeinek összehasonlítása)



Poradagolású lángvágás

gú anyagokon zajlott, minden esetben az anyagvastagságnak megfelelő fúvóka, vágási teljesítmény és paraméterek beállításával. Az eredményekből egyértelmű volt, hogy a vékony lemezek (0,5-10 mm) esetén a lézer a leggyorsabb. A 10 mm és e feletti vastagság esetében azonban a plazma gyorsabb, mint a lézer. Minden futamban a harmadik helyen az autogénvágás végzett. Általánosan megállapítható volt, hogy a lángvágáshoz viszonyítva mind a lézer mind a plazma közel háromszor gyorsabb. A lézer és a plazma között néhány másodperctől 15 másodpercig terjedő különbség adódott az anyagvastagságtól függően hol az egyik, hol a másik eljárás javára.

Az elméleti előadásokat gyakorlati bemutatók követték. A bemutató első felében 15 mm vastag S355 K2N minőségű acéllemezeket PB és acetilén égőgázzal azonos körülmények között vágtak el. A darabolások standard fúvókákkal, az optimális beállításokat követően végezték el. A bemutató célja a helyes vágási paraméterek beállításán túl az volt, hogy összehasonlítsuk a vágási sebességeket. A PB égőgáz esetében 460 mm/perc, míg az acetilén esetében 520 mm/perc adódott. Az eredmény egyértelműen igazolta, hogy az acetilén termelékenysége a 15 mm-es anyagvastagság esetében jóval nagyobb, mint a PB égőgáz termelékenysége. Ez gyakorlatilag a 3-40 mm anyagvastagságig igaz. Ennél vastagabb anyagok esetén a vágási sebesség különbsége gyakorlatilag eltűnik. A nagyon vastag anyagok (300-500 mm) vágása esetén már előnyösebb a lassú égésű gázok (földgáz, PB) alkalmazása, ugyanis a jóval nagyobb lángereőségű acetilén „megégeti” a felső élet.

A gyakorlati bemutató további részében különleges kézi vágószerszámmal poradagolású vágást láthattunk acél öntvényen, illetve rozsdamentes acéllemezen. Ezt a technológiát főleg 300-500 mm vastag acélok, ötvözött acélok, öntöttvasak, bronzok gyors darabolására használják. Az oxigén lándzsa egy másik különleges autogéntechnikai alkalmazás, amely lehetővé teszi acélok és egyéb, nem fém anyagok, pl. beton lyukasztását, darabolását.

A jelen lévő szakemberek érdeklődéséből és visszajelzéseiből arra a következtetésre jutottunk, hogy a témában elhangzott előadások és bemutatók sok, a gyakorlatban közvetlenül használható információval szolgáltak. Ezúton is szeretnénk megköszönni a megjelent szakemberek részvételét és a Magyar Hegesztők Baráti Körének együttműködő támogatását.

*Halász Gábor

Messer Hungarogáz, hegesztés-vágás szaktanácsadó



Oxigén lándzsa

*ifj Benus Ferenc

ARC+®: a ma virtuális megoldásai hegesztőknek

A montreali székhelyű „123 Certification Inc.” Társaság a hegesztők alap-, és továbbképzésére új megoldású eszközt fejlesztett ki. Ez egy hegesztő szimulátor, amely új módszerrel segíti a hegesztők szakmai képzését., melynek alapelve a „virtuális valóság technológia” alkalmazása.

Az eszközt a 90-es évek elejétől fejlesztették és tesztelték, amikor is az IIV 2006 nyarán Quebec-ben (Kanada) tartott Nemzetközi Hegesztési Konferenciájára meghívást kapott Claud Choquet, hegesztő szimulátort tervezője és itt bemutathatta az ARC+-t.

ségét meghatározni. Az eredményeket befolyásoló tényezők: a hegesztőpisztoly térbeli helyzete, a hegesztési sebesség, valamint a beolvadási mélység. A hegesztési folyamat és ennek eredményeként kialakuló hegesztett kötés virtuális környezetben jelenik meg az interaktív modul gyakorló felületén.

A „hegesztés után” az elvégzett munka újbóli megtekintésre, értékelésre bármikor visszajártható. Megmutatja a hegesztés minőségét és segítséget ad az elvégzett tevékenység elemzéséhez. A tanulási folyamat megkönnyítésére minden egyes tanuló és/vagy Virtuális

Na valami hasonló elv vezérelte a eszköz alkotóit is...

A hegesztő pajzsot és a hegesztő pisztolyt az ARC+ hegesztő szimulátor sajátosságait figyelembe véve készítették el. A fejre helyezhető „speciális pajzs” biztosítja a hegesztés közbeni látást, ami egyébként méreteiben és tömegében is megegyezik az iparban elterjedt és használatos fajtákkal. Optikai érzékelők segítségével követhetők a kézmozdulatok és maga a folyamat. A hegesztő pajzsban belül a 3D-es (szem)üveg igen jó minőségű 3D-s képet közvetít. (1. ábra)



1. ábra.

Az általa kifejlesztett teljesen virtuális valóságon és web technológián alapuló képzési, gyakorló (tréning) központ képes szimulálni olyan több összetevőből álló folyamatot, mint amilyen a hegesztés többféle testhelyzetben.

A szimulátor alkalmazási területe a hegesztőképzés és továbbképzés akár oktatási intézményekben, akár üzemekben. A hegesztő szimulátor része egy valódi elektródafogó(MMA), egy AWI -pisztoly (TIG), és fogyóelektródás védőgázos ívhegesztéshez használatos pisztoly (MAG/MIG), továbbá egy hegesztőpajzs amelyek között kapcsolatot teremt egy 6 szabadságfokú optikai mozgáskövető rendszer. A hegesztés szimulációs eszköz működése néhány fizikai törvényen és gyakorlati eredményeken alapszik, amelyeket a több mint húsz éve tartó ipari tesztek során kísérleteztek ki.

A szimuláció valós idejű és helyi logisztikai hálózata képes az elkészített hegesztett kötés előírt formáját és minő-

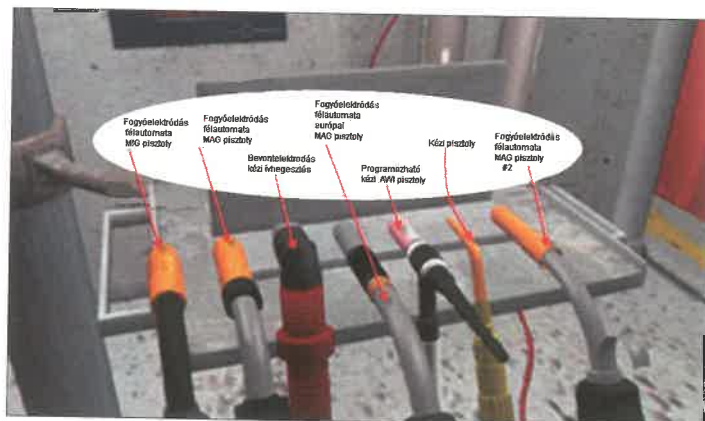
Hegesztő Csoport számára eredményeket bemutató grafikon készül, ez a szemléltetés segíti az oktatót, vagy mérnököt az elvégzett művelet kiértékelésében.

„Az újabb kutatás furcsa eredményre vezetett: videojátékokkal talán jobb sebészeket képezhetnénk.”

Idézet a Fabricator című folyóirat főszerkesztőjétől. (USA)

Ez valóban így van! Legalábbis a phoenix-i Banner Egészségügyi Központ kutatói szerint, akik sebészgyakornokokkal mielőtt a sebészetet szimulálták volna a „Nintendo® Wii™” videojátékot játszottak. Ilyen játék, például a „Márvány Mánia” nevű, amely egy vezeték nélküli pálcával finom, aprólékos kézmozdulatokat igényel. A hallgatókat így készítik fel a sebészi mozgások elvégzéséhez szükséges biztos kézmozdulatokra.

Ilyen szempontból bizonyos mértékig a hegesztés hasonlít a sebészethez, hiszen biztos kézzel kell „megvarrni” a bőr helyett a fémet...”



3. ábra.



2. ábra.

A szimulátor elvi alapja teljesen a virtuális valóság technológián alapul, így itt nincs jelen sem villamos ív, sem munkadarab a valóságban. A kiváló minőségű és felbontású képet a tanuló 3D-s (szem)üvegen át nézhetik, vagy az osztályteremben képernyőre kivetíthetik és így közösen kiértékelhetik, de akár többször vissza is játszathatják

MÉDIAKÖZLEMÉNY

A szimulátorral végrehajtott művelet alatti megfigyelés és ellenőrzés eredményeként a hegesztő megtanulhatja, hogyan figyeljen a hegfördőre, az ívhosszra és a különböző alakú és méretű varratok esetén, továbbá elsajátítja, a 3 fajta (rövidívű, durvacseppes és szórtívű) cseppátmenetek kezelését, megismerkedik a fröcsköléssel, a virtuális füsttel, és a felszabaduló, egyéb főleg gáz halmazállapotú, anyagokkal is. (2. ábra)

A technológia alkalmazásával egyre jobb koncentrációs készség érhető el a



4. ábra.

hegesztőknél még a képzés, gyakorlás folyamán és mivel a szimulátor a hegesztési folyamat alatt képes követni a fej és a kéz mozdulatait, ezzel segíti a tanulót abban, hogy a hegesztéshez megtalálja a legkedvezőbb szöveget az adott kötés típus kialakításában.

A kutatás egyik következő fázisában már a hegesztett kötés minőségét jelentősen befolyásoló, a hőhatásövezetben kialakuló, újrakristályosodási folyamatok lekövetése lesz a feladat.

Az ARC+ szimulátorral minden kézi és részben gépesített (félautomata) hegesztési eljárás gyakorolható. (3. ábra)

A finom mozgások (a mozgáskoordináció) fejlesztésére közel 900 órányi gyakorló tananyag áll rendelkezésre, de a gyakorlatok további variációs lehetőségei szinte határtalanok.

Minden gyakorlatban különböző hegesztési eljárások különböző alapanyagokon, különböző hegesztési helyzetekben, valamint hegesztést megelőző illesztések, szerelések, illetve varrat szimulációk választhatók.

(Pl. egyenes, vagy ívelt, egyoldali, vagy kétoldali, egy- és több soros stb ... szituációk.)

Külön feladatokon gyakorolhatjuk be akár a könnyűfém ötvözetek legkülönbözőbb helyzetben történő AWI/TIG hegesztését is. (4. ábra)

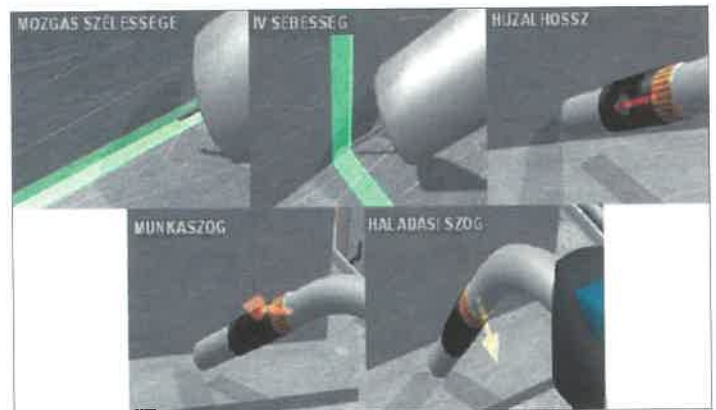
Az ARC+ hegesztő szimulátor a felhasználó számára virtuális kézi hegesztési környezetet teremt, amely követi a hegesztő mozgását és egyenletek segítségével összehasonlítást végez a metallurgia és a („hőforrás”) mozgása között, miközben a gyakorlatot végző mozdulatairól 3D-s képet készít valamint felismer néhány hegesztési varrat hibát is és elemzi azok lehetséges okait is.

Volfram-elektrodás kézi ívhegesztés szimulációja (AWI/TIG) látható az 5. képen.

Az ARC+ szimulátor a rendelkezésre álló számos hegesztési feladatnak köszönhetően olyan körülményt teremt, amelynek eredménye az öt lényegi kézügyességi mozdulatelem (hatékony, interaktív begyakorlása. A hegesztő kézmozgásának a következő öt, alapvető, összetevője van:



5. ábra.



6. ábra.



7. ábra.



8. ábra.

MÉDIAKÖZLEMÉNY

a mozgás szélességi tartományának mérete (ívelő mozgás), hegesztési (haladási) sebesség, ívhossz, elektróda kinyúlási hossz, az elektróda dőlési szöge (munkaszög) és a vezetési szög. (6. ábra)

Az öt lényeges mozgáselemet gyakorolható feladatok jegyzékét a 7. ábra mutatja.

(Például a 17-es alapfeladatok azokon a mozdulatelemeken alapulnak, amelyek minden kézi hegesztéshez nélkülözhetetlenek.)

Ha a tanuló a képzési program szerint halad akkor sikeresen el kell, hogy végezze az adott feladatot, mielőtt a következőt elkezdene. Az ARC+ különböző képzési szinteket is kínál, így kezdő, középhaladó és a haladó szinteken választhatunk magunknak gyakorlókat, melyekhez más nehézségi szintű és egymásra épülő gyakorlati feladatok tartoznak, így sikeres végrehajtásuk egyre több és több tapasztalatot, ügyességet, jobb készséget igényel.

Az ARC+ egyik opciója a visszajátzás, az oktató ebben az üzemmódban visszanezheti az adott hegesztési feladat esetében, pl. a szabad huzalkinyúlást, a munkaszöveget, stb.-t. Megismertetheti a tanulókkal a hegesztett kötés jellemzőit és a gyökbeolvadás (penetráció) alapjait

A visszajátzást nem kizárólag az elemzéshez, diagnózishoz alkalmazzák, hanem a hegesztés során mutatott kézügyesség nyomon követéséhez is.

A visszajátzás az előző tanuló munkáját is bemutatja. Az oktató beléphet a tanuló bármelyik elmentett munkájába. A visszajátzási üzemmódban mindegyik oktató könnyen azonosíthatja a tanulókat és a munka eredményét üzenetben elküldheti nekik.

A 8. ábra belépés a visszajátzási üzemmódba, ahol újra lehet nézni az eredményeket

A hegesztés diagnosztikai jegyzőkönyve azonnali visszajelzést ad. Megmutatja, mennyire végzett tökéletes munkát a tanuló (9. ábra)

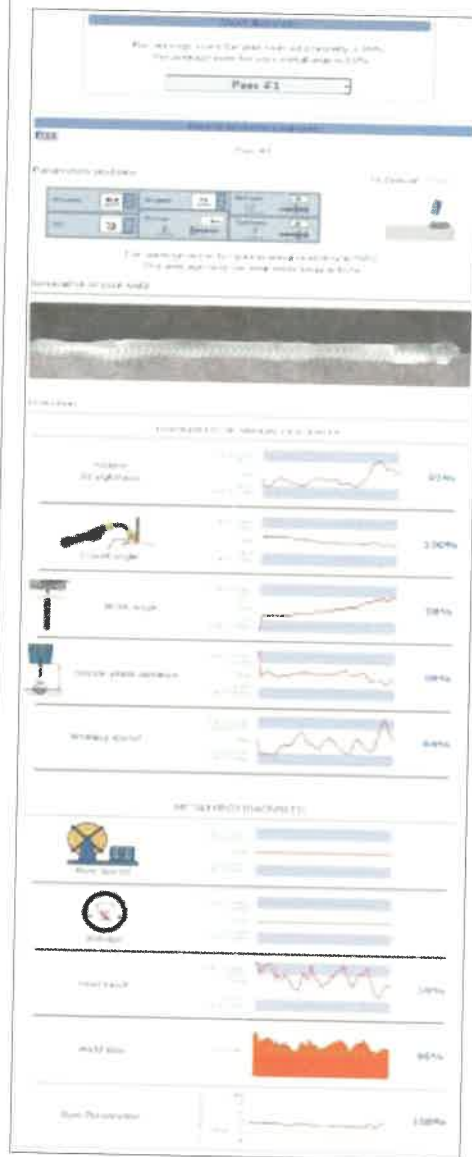
A repülőgép alkatrészek gyártásában, karbantartásban a minőségi követelmények kiemelkedően magasak. Nagy gondot fordítanak a részletekre, a hegesztett alkatrészek tökéletes pontosságára, mert a repülőgépmotor égető kamrájában magas üzemi hőmérsékletnek lesznek kitéve. A minőségellenőrök a hegesztőket rendszeresen munkapróbának vetik alá, feladatokat kell gyakorolniuk, hogy biztosak lehessenek abban, hogy képesek teljesíteni a szerződésben foglalt követelményeket.

Az ARC+ szimulátort úgy tervezték, hogy az ilyen igényeknek is megfeleljen.

A metallurgiai diagnosztika képes bemutatni a hő bevitelt, a varrat méretét és a gyök beolvadást. Ezt eCertification® folyamatnak hívják. Ez lehetővé teszi a hegesztők vagy a tanulók számára, hogy olyan drága könnyűfém ötvözetek hasonmásaival dolgozhassanak, mint a titán, króm-molibdén, vagy a kobalt. A kézügyesség fejlesztéséhez előírt a hegesztési paraméterek pontos betartása. Az ARC+ szimulátor követi a „valódi hegesztést” és ezzel mozdulat-ellenőrzést is végez. A hegesztőnek folyamatosan ugyanazokat a mozdulatokat kell ismételnie, ezeknek ugyanolyan finoman összehangoltaknak kell lenniük, mint egy minősítő vizsgán.

A szimulátorban a mozgás követéséhez korszerű követőrendszer van és a 3D-s szoftverrel a virtuális hegesztés

valódi élménye jeleníthető meg. A valószínűen szimulált hangok, füst és fröcskölések tovább növelik a valódi hegesztés keltette érzést. Természetesen ez módszer nem a játékról és a szórakozás-



9. ábra.

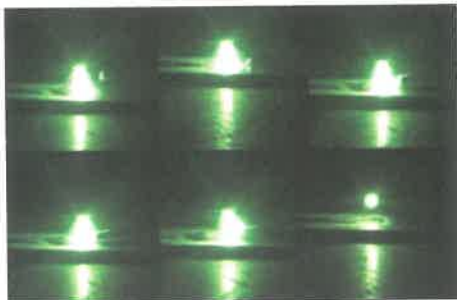


10. ábra.



11. ábra.

MÉDIAKÖZLEMÉNY

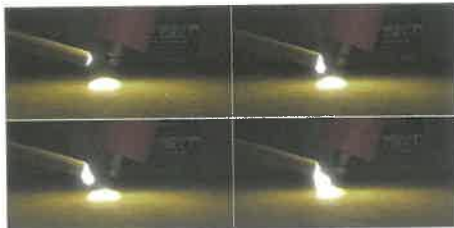


12. ábra.

ról szól. Ha elkészültek a virtuális hegesztéssel, a visszajátszás üzemmódban meg tudják nézni az előző gyakorlatokat, az oktatóktól tanácsot kaphatnak, készségüket folyamatosan továbbfejleszthetik, mert az oktatók részére a tanulók gyakorlatiról részletes beszámoló is rendelkezésre áll.

Az ARC+ szimulátor számos előnyt hordoz a hegesztők, az ipar és a környezet számára.

A szimulátor lehetőséget kínál gyakorolt hegesztők képességeinek növelésére tudásuk tökéletesítésére. Az ismétlődő



13. ábra.

gyakorlatok során a hegesztő megfigyelheti saját készségeinek folyamatos fejlődését. Az anyag felhasználás csökkenése pedig nemcsak a költségcsökkenés előnyével jár, hanem a környezetre gyakorolt káros hatásokat is korlátozza. (11. ábra)

A 10. ábrán a volfram elektrodás kézi ívhegesztés, virtuális valóságban látható.

A szimulátor egyedülálló a világban, hisz az egyetlen hegesztő szimulátor amely segítségével az AWI/TIG(kétkezes) eljárás is kiválóan gyakorolható. Nagy sebességgel felvett fotókon a bemutatja az első kéz által irányított pálca mozgását, a másik kéz az ívmozgást irányítja. Az első kéz moz-



14. ábra.

gásához kapcsolódik a megszilárdulási folyamat, melyben kezeljük a leolvadás és a varrat külalak egyenletességét is. A 12. ábra nagy sebességű képeket mutat az AWI/TIG hegesztésről.

A hegfürdő dermedése nyújtotta kép is élményt jelent. A munkafolyamat a 13. ábrán látható, nagy sebességű képek a virtuális dermedésről. A virtuális hegesztőfülke képét a 14. ábra mutatja.

**ifj Benus Ferenc
Mátrai Hegesztéstechnikai
és Szakképzési Kft.*



Álláshirdetés

Keresünk üzletkötői munkakörbe felsőfokú hegesztő (gépész) végzettséggel rendelkező kollégát. Német (vagy angol) nyelvtudás jelentős előnyt jelent.

Minden további szakmai és nyelvi továbbképzést támogatunk.

Változatos, önálló munka, jó kondíciók. Fő szempont cégünknel a motiváltság, a kreativitás és a jó kapcsolatteremtő képesség.

Várjuk jelentkezését.

Hegpont Kft.

H-1239 Budapest, Grassalkovich út 255.

Tel.: 06-1-287-3966 Fax: 06-1-285-9200

PLYMOVENT

**A TISZTA LEVEGŐN TÚL
A FŰTÉSI
KÖLTSÉGMEGTAKARÍTÁS
IS**

NYERESÉG!

Helyi elszívóberendezések Svédországból !

AC PLYMOVENT Kft

1131 BUDAPEST (H) Mosoly u.42

tel: (1) 330 5904 , 3305909

fax: (1) 349 9381

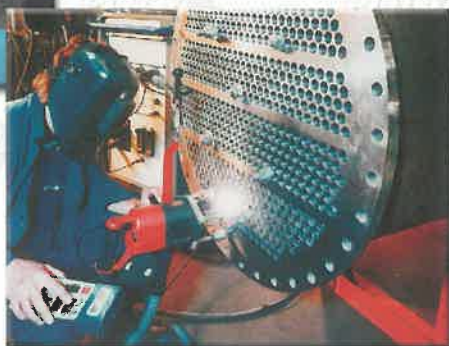
mail: info@plymovent.hu

www.plymovent.hu

POLYSOUDE



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



POLY WELD

POLYWELD Gyártó, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

2100 Gödöllő, Fenyvesi főút 11.,

Tel.: (28) 422-236, Fax: (28) 421-615

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

ÉRTÉKESÍTÉS — SZERVIZ — GÉPKÖLCSÖNZÉS



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



KÖNYVAJÁNLÓ

Farkas József – Jármai Károly

Design and optimization of metal structures

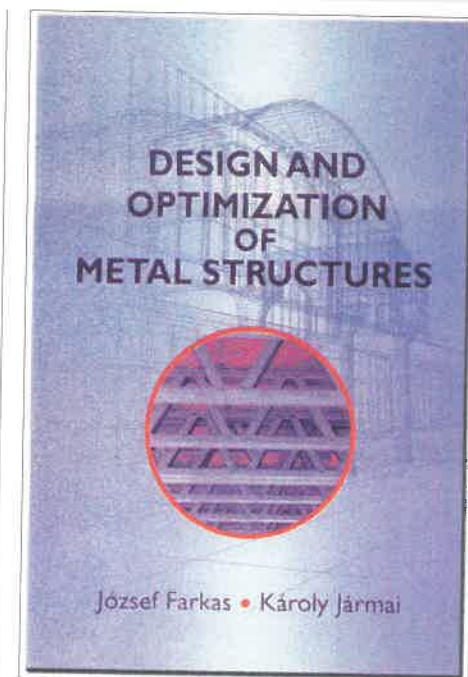
(Fémszerkezetek tervezése és optimalása)

A könyv a szerzők 2003 óta különböző tudományos folyóiratokban illetve nemzetközi konferenciakiadványokban publikált tanulmányait tartalmazza 300 oldalon. Ezek a tanulmányok a szerzők által kifejlesztett szerkezetoptimalási rendszer szisztematikusan alkalmazását mutatják be különböző szerkezeti modellekre.

A mérműki szerkezeteknek biztonságosnak, gyárthatóknak és gazdaságosnak kell lenniük. Az optimális méretezési rendszerben a biztonságot és gyárthatóságot a méretezési és gyártási feltételek teljesítésével lehet szavatolni, a gazdaságosságot a költségfüggvény minimálásával lehet elérni. Ehhez a rendszerhez ki kellett dolgozni a költségelemzést főleg hegesztett szerkezetekre és alkalmazni kellett a korlátos függvényminimálás modern matematikai módszereit. A bevezető fejezetek összefoglalják a matematikai módszereket, a költségszámítást valamint az Eurocodok föld-

rengés- és tűzbiztos szerkezetek tervezésére vonatkozó előírásait. A további fejezetek a nagy fesztávú függesztett tető-tartók, keretek, rácsos csőszerkezetek, bordázott lemezek és körhengerhéjak optimális méretezését tárgyalják.

Néhány speciális szerkezeti modell is szerepel, így a cellaszerkezetű lemezek, a szél turbina-tornyok, fix tengeri olajfúró platform-tornyok bordázott körhengerhéjú elemei valamint cellalemezes négyzetszekerényszelvényű oszlop. Kidolgozásra került kétféle típusú keret optimális méretezése földrengésre és tűzbiztonságra. A bordázás gazdaságosságát a szerzők szisztematikusan vizsgálják hegesztett bordázott körhengerhéjak esetében. Költség-összehasonlítás dönti el, hogy a bordázatlan vastag vagy a bordázott vékony héj gazdaságosabb-e. A könyv a reális modelleken bemutatott szempontokkal segítheti a tervezőket, kutatókat, gyártókat



és hallgatókat jobb, optimális, versenyképes szerkezet-megoldások kifejlesztésében. Megvásárolható a következő címen: Két Könyv-ész Kft. 3515 Miskolc, Egyetemváros, tel/fax. +46-361564, xkbolt@uni-miskolc.hu (12.600.- Ft + postaköltség);

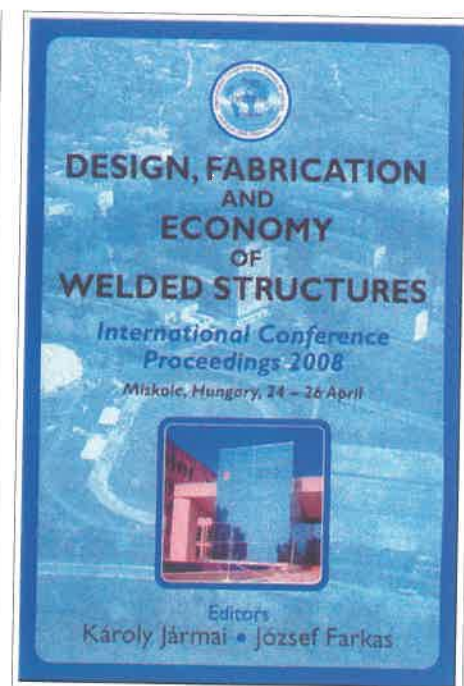
Jármai Károly – Farkas József (Eds.)

Hegesztett szerkezetek tervezése, gyártása és gazdaságossága

Könyvajánló A Miskolci Egyetemen 2008. április 24-26 között rendezett "Hegesztett szerkezetek tervezése, gyártása és gazdaságossága" Jármai Károly, Farkas József (Eds.) című nemzetközi konferencia előadás-kötete.

Az 580 oldalas kötet 20 országból beküldött 69 előadást tartalmaz az alábbi témakörökben: Szerkezetoptimalás, fáradás, keretszerkezetek, lemezszerkezetek, hegesztési maradó feszültségek és alakváltozások, csőszerkezetek, hegesztés-technológia, alkalmazások, alkalmazott mechanika. A tervezésen belül a szerkezetek analízise, tervezése, stabilitás, törés, fáradás, rezgések és rezgéscsillapítás, vékonyfalú szerkezetek, oszlop-gerenda kapcsolatok, rácsos tartók, keretek, tornyok, lemezek és héjak, csőszerkezetek, végeelemes alkalmazások, tűzvédelem, szélterhelés, földrengésvédelem, szerkezeti biztonság és megbízhatóság, törésmechanika, szerkezeti anyagok, tervezési előírások, ipari alkalmazások. Továbbá

gyártási technológiák és módszerek, hegesztési technológiák, hegesztési maradó feszültségek és vetemedések, gyártási sorrend, ipari alkalmazások. Gyártási költségek, költségmérnöki vizsgálatok, élettartam költségek, szerkezet optimalás, matematikai módszerek, ipari alkalmazások. A hegesztett szerkezetek fő követelményei a biztonság, gyárthatóság és gazdaságosság. A biztonságot és gyárthatóságot a modern szerkezetoptimalási rendszerben a tervezési és gyártási feltételek biztosítják, a gazdaságosságot a költségfüggvény minimálásával lehet elérni. A kötet szerkesztőinek fő törekvése alkalmazni a szerkezetoptimalást a hegesztett szerkezetekre, ahol a gazdaságosság alapvető követelmény, mert a hegesztés drága technológia. A konferencia címe ezt a három fő szempontot fejezi ki. Az előadások mutatják, hogy a témakör nemzetközileg fontos. Az értékes tanulmányok összegyűjtésében a Nemzetközi Hegesztési Intézet és más szponzo-



rok segítettek. A tanulmányok tükrözik a hegesztett szerkezetek időszerű kérdéseit az ipar számos területén és eredményeik segítik a mérnökök, tervezők, gyártók, menedzserek és kutatók munkáját. Megvásárolható a következő címen: Két Könyv-ész Kft. 3515 Miskolc, Egyetemváros, tel/fax. +46-361564, xkbolt@uni-miskolc.hu (18.900.-Ft + postaköltség)

KÖNYVAJÁNLÓ

Komócsin Mihály:

Gépipari anyagismeret

Az ismert szerző, Dr. Komócsin Mihály, a Miskolci Egyetem docense, aki pontosan ismeri a szakma hazai helyzetét, a téma sokoldalúságát és a gazdagságát, jól ismert könyvének újabb, az ötödik, kiadásában az elméleti és a gyakorlati tapasztalatait - 412 oldalon - foglalja össze.

A könyv, amely a több kiadással lassan enciklopédiához hasonlóvá vált, a miskolci COKOM Kft. kiadásában 2008. évben jelent meg.

Az egymást követő kiadások jelzik, hogy mind az anyagok fejlesztése, mind a vonatkozó szabványok 3 - 4 évenkénti módosulásai és a piaci érdeklődés indokolják, hogy a hazai és a nemzetközi változásokat célszerű követni. A könyv minőségét fémjelzi egykori lektora az ismert egyetemi tanár, Dr. Káldor Mihály professzor úr.

A legújabb információk rendelkezésre állása és az általános műszaki szemlélet folyamatos megújulására igen nagy szükség van, mert a gyakorlat egyre több újabb fém-ötvözetet és egy, pl. műanyagot alkalmaz.

Példaként elég itt arra utalni, hogy hazánkban a vizet, gázt szállító műanyag csővezeték hossza eléri a kb. 80 ezer kilométert. A már kb. 30 éve főleg földbe fektetett és azóta is használt működő csővezeték

élettartamával kapcsolatos ismereteink kiegészítésre szorulnak.

Könyv nyelvezete érthető, a felépítése, a szerkezete azt a teljességre törekvést igazolja, amely segíti a megértést.

Ezt jól igazolja, a könyvben tárgyalt témák sokfélesége, azok szakmai mélysége, részletessége, az alábbiak szerint:

- az ipari anyagok szerkezete és tulajdonságai,
- fémek előállítás
- fémek tisztítása (konverteres acélgégyártás, elektroacélgégyártás, stb.),
- fémek és ötvözeteik kristályosodása,
- kohászati fémgyártmányok,
- fémek és ötvözeteik,
- kerámiák,
- polimerek,
- társított szerkezeti anyagok,
- anyagok károsodása, anyagkiválasztás.

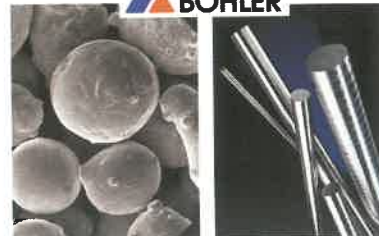
A téma feldolgozása, az információközlés stílusa a könyvet alkalmassá teszi arra, hogy tanárok, oktatók alkalmazzák, illetve a tanulók, hallgatók készüljenek fel a gyakorlati életre.

A könyv alkalmas a gyakorlati ipari - különösen szerkezetgyártó - szakemberek számára eligazítást adni, mivel az anyagismeret az egyik lényeges alapja az elvárt minőségű ipari

KOMÓCSIN MIHÁLY GÉPIPARI ANYAGISMERET



BÖHLER



termékek előállításának. Az érdeklődő számára segítséget nyújt a körültekintően összeállított és feldolgozott irodalom jegyzék is.

A gyakorlati tevékenységet tovább segíti a fontosabb szakmai fogalmak gyűjteménye és a részletes tárgymutató.

További információk találhatóak a: <http://members.chello.hu/cokom/>-nél.

Dr. Gremesperger Géza

MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.

**Keresse laborunkat a
27. Nemzetközi Olaj- és Gázipari
Konferencián és Kiállításon**

**Siófok
2008. szeptember 16-19.**



**Az eredeti
felismerhető...**



**Megbízható
partner...**

**... a hegesztéshez,
forrasztáshoz,
vágáshoz,
csiszoláshoz.**

**Hegesztéstechnikai
eszközök,
ív- és lánghegesztő
készülékek,
csiszolóanyagok,
védőeszközök,
elektródák,
forrasztóanyagok
és szerszámok
nagy választékban
kaphatóak
hegesztéstechnikai
áruházunkban,
szaküzleteinkben.**

... már a dobozáról is!

**Vegyén eredeti
hegesztőpisztolyt!
Kérjen információt!**



Cooptim[®]

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Hegesztéstechnikai áruházunk:

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

Szaküzleteink:

8000 **Székesfehérvár**, Géza u. 54.
Tel.: (22) 504 170 Tel/fax: (22) 301 751

2330 **Dunaharaszti**, Alsónémedi út 65.
Tel./fax: (24) 492 128

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANÚSÍTOTT FÉMEKET HEGESZTŐK OKTATÓHELYEI (OKJ)

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
Békéscsabai Regionális Képző Központ	Békéscsaba	Pogonyi István	66/446-444
Bocskai István Szakképző Iskola	Hajdúszoboszló	Harsányi István	52/557-230
Csonka János Műszaki Szakközépiskola	Budapest	Lakits István	1/403-26-77/34
Deák Ferenc Szakképző Iskola	Kazincbarcika	Bajzáth László	48/512-611
Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar	Debrecen	Dr. Nagy Géza	52/415-155/7750
Diósgyőr-Vasgyári Szakképző Iskola és Kollégium	Miskolc	Simon József	46/532-358
Eötvös József Szakképző Intézet	Berettyóújfalu	Daróczi Tibor	54/402-248
Faller Jenő Szakképző Iskola	Várpalota	Hujber István	88/582-520
Fekete István Szakközépiskola és Kollégium	Ádánd	Skerlec Tamás	84/357-524
Fellner Jakab Általános Iskola, Szakközépiskola és Szakiskola	Tatabánya	Csordás László	34/514-610
FVM Középiskola, Mezőgazdasági Szakképző Iskola és Kollégium	Vép	Kovács János	94/353-140
Ganz Ábrahám és Munkácsy Mihály Szakközépiskola és Kollégium	Zalaegerszeg	Tóth Tibor	92/596-569
Gépipari Közlekedési Szakközép- és Szakiskola			
Baross Gábor Tagintézmény	Szolnok	Gúth Ferenc	56/425-844
Inczédy György Szakközépiskola és Szakiskola	Nyíregyháza	Szónyi Mihály	42/508-320/104
Jedlik Ányos Ipari Szakközépiskola	Győr	dr. Neiger Róbert	96/529-480
Jelky András Szakképző Iskola	Baja	Kovács T. Sándor	79/524-100
Kecskeméti Alumínium Zrt.	Kecskemét	Molnár László	76/497-136
Kecskeméti Főiskola Műszaki Főiskolai Kar	Kecskemét	Dr. Danyi József	76/516-300
KEMŐ Géza fejedelem Ipari Szamunkásképző Iskolája	Esztergom	Mihalik János	33/510-006
MÁV Zrt. Baross Gábor Oktatási Központ	Szolnok	Barhács Mihály	56/425-188
MÁV Zrt. Regionális Oktatási Központ	Dombóvár	Szabó István	74/466-833/6624
MÁV Zrt. Regionális Oktatási Központ	Miskolc	Csutorás Márton	46/356-235
MÁV VASJÁRMŰ járműjavító és gyártó Kft.	Szombathely	Kiss József	
Mechwart András Gépipari és Informatikai Középiskola	Debrecen	Csontó Béla	52/311-220
Mg. Középfokú Szakokt. Továbbképző és Szaktanácsadó Intézet	Pétervására	Zagyva István	36/568-300
Nyírség Szakmai Továbbképző és Átképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
Rázsó Imre Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Körmend	Egyed Gyula	94/594-077
Seregélyesi Szakképző Iskola és Kollégium	Seregélyes	Butola Zoltán	22/575-002
„Student” Továbbképző és Műszaki Fejlesztő Bt.	Kecskemét	Rauscher István	76/497-136
Szepsi Laczkó Máté Mezőgazdasági Szakképző Iskola	Sátoraljaújhely	Nagy László	47/523-340
TIT Öveges József Ismeretterjesztő és Szakképző Egyesület	Zalaegerszeg	Ledvai László	92/313-377
Vas- és Villamosipari Szakképző Iskola és Gimnázium	Sopron	Tulok Jenő	99/511-820
Ványai Ambrus Gimnázium és Szakközépiskola	Túrkeve	Ozsváth László	56/361-311
516. sz. Ipari Szakmunkásképző Intézet és Szakközépiskola	Dombóvár	Bánfai Zoltán	74/365-725
Zsoldos Ferenc Középiskola és Szakiskola	Szentés	Butela Jenő	63/562-335

Megjegyzés: Oktatóhely = OKJ szerinti szakmák oktatására alkalmas hely

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANÚSÍTOTT FÉMEKET HEGESZTŐK OKTATÓ* - ÉS FELKÉSZÍTŐHELYEI**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
Adu Csepel Oktatási és Szolgáltató Kft	Budapest	Czető Béla	1/276-3111
Alflex Mérnöki Kft.	Felsőzsolca	Arnóczki László	46/584-363
Andrássy Gyula Sakközépiskola	Miskolc	Szabó Dezső	46/412-444
Arany és Társai Hegesztő Iskola Kft.	Szekszárd	Aranyi János	74/416-204
Baross Gábor Szakképző Iskola és Kollégium	Debrecen	Szondy Jenő	52/471-798
BAUSTUDIUM Szakképzési és Átképzési Kft.	Szeged	Vér Sándor	62/481-483
BIS Hungary Kft.	Tiszaújváros	Gerócs Péter	49/322-523
Borbély Lajos Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Salgótarján	Angyal László	32/440-233
"CSÓSZER" Berendezéseket Szerelő Zrt.	Budapest	Bácskai István	1/434-4500
Debreceni Reg. Képző Központ	Debrecen	Vizi Sándor	52/448-866
DKG-EAST Zrt.	Nagykanizsa	Farkas László	93/313-040/70980
Dunaújvárosi Főiskola	Dunaújváros	Bús István	25/551-134
Eötvös Loránd Műszaki Középiskola	Kaposvár	Huszár Dezső	82/419-246
Észak-magyarországi Reg. Képző Központ	Miskolc	Robotka Róbert	46/470-432
Explant Kft.	Kiskunhalas	Pető Ferenc	77/423-838
GYÁÉV Szakképzési és Továbbképzési Kft.	Győr	Szabó Zoltán	96/415-864
INTERN Kft.	Miskolc	Hankó András	46/412-920
ISD DUNAFERR Zrt. Humán Intézet	Dunaújváros	Horváth Roland	25/581-601
József Attila Művelődési Központ	Budapest	Labát Sándor	1/320-3843
Kópis és Társa Kft.***	Paks	Viszket György	75/519-190
Kőolajvezetéképítő Zrt.***	Siófok	Nemecz Imre	84/312-311
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Lukács Sándor Mechatronikai és Gépészeti Szaképző Iskola és Kollégium	Győr	Dezamits Zoltán	96/528-760
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-001
MÁV Zrt. Baross Gábor Regionális Okt. Központ Istvánfelki Tanm.	Budapest	Kasza Lajos	1/389-0776
MÁV Zrt. Baross Gábor Oktatási Központ			
Debreceni Területi Oktatási Egység	Debrecen	Erdei Lajos	52/431-278
MÁV Zrt. Regionális Oktatási Központ	Szentes	Valkai Attila	63/401-451
NAFÉM Kft.	Vásárosnamény	Szombathy Béla	45/470-755
OILTECH Kft.	Lovászi	Török Gyula	92/576-300
PALOTA Környezetvédelmi Kft.	Szentes	Valkai Attila	63/401-451
Pálóczi Horváth István Szakképző Iskola	Örkény	Nyiri Lajos	29/310-015
Pécsi Regionális Képző Központ	Pécs	Bors Károly	72/251-399
Rohr und Stahl Kft.	Dunakeszi	Nagy Bertalan	1/2094-848
Ruukki Tisza Zrt.	Jászberény	Rajzinger Roland	57/815-418
SPECIÁL Szolgáltató Zrt.	Budapest	Szalay Sándor	1/314-0540
START Akadémia Hungária Kft.	Tiszaújváros	Farkas Sándor	06/30/958-0413
Széchenyi István Egyetem Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék	Győr	Varga László	96/503-400
Székesfehérvári Regionális Képző Központ	Székesfehérvár	Gábor Zoltán	22/310-308
Szily Kálmán Kéttannyelvű Műsz. Középiskola	Budapest	Lódy Elemér	1/280-6382
SZTÁV Zrt.	Budapest	Vásárhelyi Béla	1/267-6464/131
Táncsics Mihály Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Veszprém	Tőreki József	88/579-381
TE Ganz-Röck Zrt.***	Kiskunfélegyháza	Horváth Zsolt	76/463-355
TIGÉP Tiszakécskei Gépgyár Kft.	Tiszakécske	Varga László	76/341-133
Újpesti Munkástovábbképző Bt.	Budapest	Kiss Gusztávné	1/369-2931
UNIMONTEX Kft.	Ajka	Szántai László	88/311-608
VEGYÉPSZERELŐ Kft.	Berente	Muri Tihamér	48/511-211/2810
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Horváth Istvánné	1/424-8030

Megjegyzés: * Oktatóhely = OKJ szerinti szakmák oktatására alkalmas hely, ** Felkészítőhely = minősítő vizsgára előkészítő hely

*** csak felkészítőhely

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANÚSÍTOTT MŰANYAGOT HEGESZTŐK OKTATÓ* – (OKJ) ÉS FELKÉSZÍTŐHELYEII**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
ÉGÁZ-DÉGÁZ Zrt.***	Szeged	Tari Gellért	62/569-723
DUNAGÁZ Zrt.	Dorog	Nyikuly József	33/513-100
IPOSZ-VÖRSAS Oktató Központ	Budapest	Varró Zsuzsanna	1/269-2589
KÖGÁZ Kanizsa Épszer Kft.***	Nagykanizsa	Lendvai László	93/519-075
KÖRTE Környezettechnikai Zrt.***	Dunaharaszti	Lindwurm György	24/490-094
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/528-010
Simonyi Károly Szakközépiskola és Szakiskola	Pécs	Eperjesi Zsuzsanna	72/438-078
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Dr. Deák Endre	46/341-811

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS ÁLTAL TANÚSÍTOTT VIZSGÁLÓI OKTATÓ* – (OKJ) ÉS FELKÉSZÍTŐHELYEII**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	Budapest	Klausz Gábor	1/276-8945
ORSZAK Bt.	Budapest	Szűcs Pál	1/402-4098
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	1/267-6464
KE-TECH Kft.	Budapest	Kecskés Péter	1/290-0151
SIEMENS Erőműtechnika Kft.	Budapest	Gémes György András	1/414-4650

Megjegyzés: * Oktatóhely – OKJ szerinti szakmák oktatására alkalmas hely, ** Felkészítőhely – minősítő vizsgára előkészítő hely *** Csak felkészítőhely

2008. január 31-ig a Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)	2008. szeptember 05.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWT) Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2009. június 02.
Dunaújvárosi Főiskola Dunaújváros	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2010.02.05.
DUNAFERR Humán Intézet Dunaújváros	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2009. március 01.
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)	2009. június 02.
Miskolci Egyetem Továbbképzési Intézet Miskolc	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2008. október 01.
Szombathelyi Regionális Munkaerőfejlesztő és Képző Központ Szombathely	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2009. június 02.
Békéscsabai Regionális Képző Központ Békéscsaba	Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2011. szeptember 15.

Az MHE által kiadott tanúsítások

EWF EN 729/ISO 3834 szerinti Gyártói alkalmassági tanúsítások

Cégadatok	Tanúsítás és érvényessége	Termék
Antal Kft. Budapest	EN ISO 3834-3 2013. 06. 19	Ipari hőkezelő termékek gyártása szerelése és karbantartása
ASG Gépgyártó Kft. Tatabánya	EN ISO 3834-2 2012. 09. 03	Hegesztett gép- és acélszerkezetek gyártása
AUSTROMET Kft., Zalahaláp	EN 729-2, 2011. 08. 01.	Acélszerkezeti elemek
BUDAMOBIL - CARGO Kft. Kalocsa	EN ISO 3834-2 2012. 07. 01	Speciális jármű, részegység, alkatrész
DUALLIN Kft. Törökbálint	EN 3834-2 2013.03.25	Technológiai csőszerelés, tartályok átalakítása, javítása, autógáztöltő állomások telepítése
GYEGÉP Kft., Eger	EN 729-2, 2008. 09. 15.	Hegesztett gép- és acélszerkezetek egyedi és kissorozatú gyártása
HAKI Kft. Eger	EN ISO 3834-3 2013. 07. 03	Építőipari állványok gyártása
INCONEK Kft., Budapest	EN 729-2, 2008. 09. 05.	Hegesztett szén- és rozsdálló acél sport és élelmiszer szerkezetek gyártása
JÁSZMETÁL 2000 Kft. Jászjákóhalma	EN ISO 3834-2 2013. 07. 03	Földmunkagépek, részegységek, egyéb hegesztett szerkezetek
Mátrai Erőmű Központi Karbantartó Kft. Visonta	EN 729-2, 2010. 02. 20	Közepes és nehéz hegesztett acélszerkezetek
MOLNÁR Zrt., Dunaújváros	EN 729-2, 2009. 03. 01.	Hidak, daruk, gépészeti acélszerkezetek gyártása
Paksi Atomerőmű Zrt., Paks	EN 729-2, 2008. 12. 16.	Acélszerkezeti termékek és nyomástartó edények karbantartása
SZELLŐZŐ MŰVEK, Budapest	EN 729-3, 2008. 10. 27.	Ventillátorok, porleválasztók, zajcsillapítók, egyéb acélszerkezetek gyártása
SZETT Szentendrei Energetikai és Tüzeléstechnikai Kft. Szentendere	EN ISO 3834-2 2012.12.17	Kazánok, nyomástartó edények, hőcserélők javítása, karbantartása, átalakítása

MSZ EN ISO 9001:2001 szerinti Minőségirányítási rendszertanúsítások

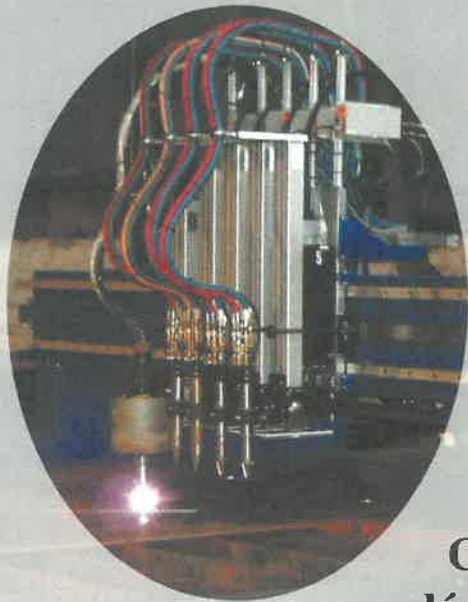
Cégadatok	Tanúsítás érvényessége	A tanúsítási érvényesség területe	Földrajzi telephely(ek)
BUDAMOBIL - CARGO Kft	2011. 08. 07	Vontatott szállítójárművek, jármű felépítmények és részegységek gyártása, átalakítása és javítása.	6300. Kalocsa. Homokgyőr u. 33/a
Dabasi Attila Egyéni Vállalkozó	2010. 05. 06.	Gázhegesztő, lángvágó és laborszerszámok időszakos biztonságtechnikai felülvizsgálata és javítása.	2651. Rétság, Börzsönyi út 20.
GYEGÉP Kft., Eger	2009. 07. 17.	Hegesztett gép- és acélszerkezetek hosszvarratos acélcsonk, forgácsolt alkatrészek, szerelt gépegységek és gépek gyártása, karbantartása és javítása.	3300. Eger, Kistályai u. 10.
METLOG Kft.	2010. 09. 29.	Fémszerkezetek, technológiai berendezések gyártása.	3600. Ózd, Mekksey út 2-8.
MOLNÁR Zrt., Dunaújváros	2009. 07. 17.	Épület-gépészeti acélszerkezetek, daruk, darupályák, hidak acélszerkezetek.	2400. Dunaújváros, Papírgyár út 49.

2008. július 30-ig a Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)	2008. szeptember 05.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapest	Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWT) Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2009. június 02.
Dunaújvárosi Főiskola Dunaújváros	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2010.02.05.
DUNAFERR Humán Intézet Dunaújváros	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2009. március 01.
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)	2009. június 02.
Miskolci Egyetem Továbbképzési Intézet Miskolc	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2008.október 01.
Szombathelyi Regionális Munkaerőfejlesztő és Képző Központ Szombathely	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2009. június 02.
Békéscsabai Regionális Képző Központ Békéscsaba	Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2011. szeptember 15.

Rendezvénynaptár

Időpont	Hely	Megnevezés	Felvilágosítás
2008. 09. 18-19.	Hajdúszoboszló	Hegesztési Felelősök X. (jubileumi) Országos tanácskozása	MHTE
2008. 09. 23 – 25	Essen, Németo	Aluminium 2008	Essen, Németország
2008. 09. 29 – 10. 03.	Calgary, Alberta, Canada	International Pipeline Conference	Calgary, Alberta, Canada
2008. 10. 5 – 9.	Pittsburg, Pennsylvania, USA	Materials Science & Technology 2008 Conference and Exhibition	Pittsburg, Pennsylvania, USA
2008.10. 08 – 10.	Kína, Sanghai	12 th. International Symposium on Tubular Structures „ISTS12”	www.ists12.org
2008.10. 16 – 18	Siófok	GTE - Nyomástartó Berendezések Szakbizottsága Tanácskozása	GTE és MOL Nyrt. Százhalombattai szervezet
2008. 10.10-13.	Kína, Tianjin	The Sixth Asian Pacific IIW International Conference	www.cws.com.cn
2008.10.23 -24	Ukrajna, Kiev	Metal Forum of Ukraine 2008	www.metall-forum.org
2008.11. 24 - 26	Kiev, Ukrajna	International Conference Welding and Related Technologies	E.O. Paton Electric Institute, Kiev, Ukrajna
2009. 05. 21 - 22	Velence Olaszország	EWf - EUROJOIN 7 és az 5. Olasz Hegesztési Napok	Velence- Lido Congress Center, Casino Palace
2009. 06. 11 – 13.	Ankara Törökország	I. Nemzetközi Hegesztéstechnológiai Konferencia	Gazi University Ankara www.icwetog.org icwet09gazi.edu.tr
2009.07. 12. - 18.	Singapore	62. Annual Assembly of the International Institute of Welding	www.iiw-iis.org
2009. 10 vagy. 11. hó	Irán	IIW International Conference	
2010. 01.	Izreal	IIW International Conference	
2010. 07. 12.- 18.	Ukrajna	63. Annual Assembly of the International Institute of Welding	
2010.09.első hete	Mumbai - India	64. Annual Assembly of the International Institute of Welding	



Géper

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

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

Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz

Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére

PAUKER[®]
NYOMDAIPARI KFT.
www.pauker.hu
STÍNNEL-lelekkel



1222 Budapest, Nagytétényi út 96-96

Tel.: 424 0500

4400 Nyiregyháza, Kállói út 18/a

Tel.: (42) 465 115

3527 Miskolc, Zsolcai kapu 4-6

Tel.: (46) 508 444

7630 Pécs, Mohácsi út 16

Tel.: (30) 224 8691



WWW.CTNET.HU



**HEGESZTÉS
CSISZOLÁS
MUNKAVÉDELEM
BOSCH KÉZISZERSZÁMOK**

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 kísérőszínnel megjelenő hirdetésekre.

Az újság vágott mérete: 215 x 290 mm.

A hirdetések mérete:

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

A 2007-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Színes hirdetés				
Címlap fotó (218 mm x 168 mm)	110	–	–	eFt
Hátsó külső borítón	100	–	–	eFt
Első belső borítón	95	–	–	eFt
Hátsó belső borítón	90	–	–	eFt
Belíven	85	70	60	eFt

Fekete-fehér hirdetés a belíven

kísérő szín nélkül	80	60	50	eFt
+ 1 kísérő színnel	82	62	52	eFt
+ 2 kísérő színnel	84	64	54	eFt
+ 3 kísérő színnel	86	65	56	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.**

MH 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)

MH Hirdetés megrendelő

Hirdetni kívánok a Hegesztéstechnika
alábbi számaiban

Szám	A/4	A/5	A/6	Színes	Fekete	*	B. I.	B. II.	Belív	B. III	B. IV	db
2008/4												
2009/1												
2009/2												
2009/3												
2009/4												

Kérem igényem előjegyzését!

*: Kísérőszín száma:

1	2	3
---	---	---

VÁLASZLEVELEZŐLAP

FELADÓ

Név:

Telefon/fax:

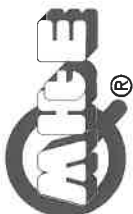
Lakcím:

Cég neve és címe:

**Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés**

BUDAPEST,

Fogarasi út 10-14.

1148

FELADÓ

Név:

Telefon/fax:

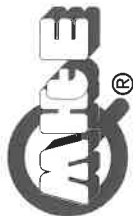
Lakcím:

Cég neve és címe:

**Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés**

BUDAPEST,

Fogarasi út 10-14.

1148

VÁLASZLEVELEZŐLAP

Felelős kiadó: dr. SZABÓ BÉLA, az MHE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremperger 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,
1107 Budapest, Fertő utca 8. Telefon/fax: 263-3292

Felelős vezető:

Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2007. évben: 250,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 1000,- Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülésnél.

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

3 M Kft.	60	Hegpont Kft.	41
AC Plymovent Kft.	125	Invent Welding Kft.	37
Air Liquide Kft.	59	Lincoln Electric	58
Böhler Kereskedelmi Kft.	B. II.	Linde Zrt.	B. I
Castolin Kft.	6	Magnatech	98, B. III.
C&T Kft.	136	Mátra Diagnosztika Kft.	128
Centrotool	80	Messer Hungarogáz Kft.	2
Cooptim Ipari Kft.	129	Migatronik Kft.	97
Corweld Plus Kft.	88, 104	Nederman Magyarország Kft.	97
Crown International Kft.	89	Ózon Bt.	67
DLT Kft.	87	Polyweld Kft.	126
ESAB Kft.	68	Qualiweld Kft.	112
FGF Bt.	66	Rapid Heat Systems	90
Froweld Kft.	103	Rehm Kft.	42, 43, 44, 52, B. IV.
Géper Kft.	135	Soyer Magyarország Kft.	111
Grimas Kft.	102	Weldotherm Kft.	110, 116

FONTOS!

**Kérjük azon hirdetőinket,
akik kész hirdetést adnak le,
TIF-ben, EPS-ben vagy PSD-ben
készítsék el,
CMYK-re színrebonva.
Színnyomatot kérünk mellé!
Köszönjük!**


» OBSERVER «

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