

# MHE HEGESZTÉS TECHNIKA

95/4. VI. évfolyam 4. szám

A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés folyóirata

Új Power MIG gépcsalád  
az ESAB-tól





BÖHLER gyártmányú hegesztőanyagok minden eljáráshoz és minden alapanyaghoz,  
 ● Lágy- és keményforrasztáshoz szükséges anyagok ● Színesfém hegesztőanyagok  
 ● Acél alapanyagok forgalmazása ● Fronius hegesztőgépek értékesítése

Díjtan szaktanácsadás ● Árusítás raktárról, illetve megrendelésre rövid határidővel

**1996 januárjától termékválasztékunk kiegészül az UTP cég  
 teljes palettájával, mivel az UTP Hegesztéstechnika Kft.  
 a BÖHLER KERESKEDELMI Kft.  
 szervezetében és telephelyén folytatja tevékenységét.**

**MINDENT EGY HELYEN!**



**BÖHLER SCHWEISSTECHNIK**

BÖHLER KERESKEDELMI KFT. ● BUDAPEST X., CEGLÉDI ÚT 19. ● 1476 BUDAPEST, PF. 44.  
 TELEFON: 260-6482 ● TELEFAX: 263-2725

## A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés szakfolyóirata

VI. évfolyam, 1995/4. szám, november

### A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés tagvállalatai:

ADU Csepel Oktatási és Szolgáltató Kft., AGA Gáz Kft., Andrassy Gyula Műszaki Középiskola, Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt., Aprítógépgyár Rt., Autogénteknika Kft. Bánki Donát Műszaki Főiskola, Bau-Mont '92, BFI – Wien – Budapest Szakmai Továbbképző és Tanácsadó Kft., BÖHLER Kereskedelmi Kft., Budapesti Kőolajipari Gépgyártó Rt., Budapesti Műszaki Egyetem MTAI, Budapesti Vegyipari Gépgyár Rt., CSÓSZER Berendezéseket Szerelő Rt., CSUCS '91 Kft., DKG-EAST Rt., DUNA-FERR Humán Intézet, DUNAGÁZ Kft., Elektra Beckum Nefro Kft., Erőmű Javító és Karbantartó Rt., Eötvös Loránd Gépipari Szakközépiskola, EUROQUA Kft., ÉMI-TÜV BAYERN Kft., FEMA Kft., Ganz Acélszerkezet Rt., Ganz Danubius Daru- és Gépgyár Rt., Ganz Hunslet Rt., Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola, GYÁÉV Szakképzési és Továbbképzési Kft., ME. Dunaújvárosi Főiskola Kar, Gép- és Technológiaszerelő Rt., INVENT WELDING Kereskedelmi Kft., INTERWELD Kft., Ipari Technológiai Centrum Kft., ISAF Hegesztőanyaggyártó és Kereskedő Kft., DSS Nehézacélszerk. gyártó Kft., Kőolajvezetéképítő Rt., Láng Gépgyár Rt., Mátrai Erőmű Rt., MIGATRONIC Kft., Miskolci Egyetem MTT, MON-TEX Gyár- és Gépszerelő Vállalkozási Kft., MOL Rt. Dunai Finomító Karbantartási Főmérnöksége, MOL Rt. Nagykanizsai Bányászati Üzem, OKTÁV Ipari-Kereskedelmi és Továbbképző Rt., Paksi Atomerőmű Rt., Petrolszerviz Kft., PLAZMA-Technológia Kft., R&M—GYGV Multiszerviz Kft., TE Ganz-Röck Rt., SLV – München, Szakmai Továbbképző és Átképző Rt., Szellőző Művek Kft., Szily Kálmán Műszaki Szakközépiskola, TRADEPLAST Gép- Sablon- és Műanyaggyártó Kft., Transelektro Gépipari Művek Kft., TÜV Rheinland Hungária Kft., VEGYÉPSZER RT., VISZÉK Szerviz Kft., UNIPROFIL Ipari és Kereskedelmi Rt.

AZ MHtE IGAZGATÓJA: DR. SZABÓ BÉLA  
FŐSZERKESZTŐ: HOFFMANN SÁNDOR

**A szerkesztőbizottság tagjai:** Czitan Gábor, dr. Domanovszky Sándor, Hoffmann Sándor, Kaposi Pál, dr. Komócsin Mihály, Magó Kálmán, dr. Petró István, dr. Palotás Béla, dr. Romvári Pál, Szentiványi Ede, dr. Visontay István

**Szerkesztőség:** Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés, 1148 Budapest, Fogarasi út 10–14. Telefon: 183-5268 Fax: 163-3295.

**Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás**  
a PLANTIN Kiadó és Nyomda Kft.-nél készült

**Felelős kiadó: Gollob Józsefné,**  
a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

A folyóirat évente négyszer jelenik meg. 1 példány ára: 100,- Ft + ÁFA. Évi előfizetési díj: 400,- Ft + ÁFA. Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülésnél.

## TARTALOM

### Minősítés — minőségbiztosítás

DR. TÓTH LÁSZLÓ

Hegesztett kötések megbízhatósága,  
a hibák veszélyességének megítélése

3

### Kutatás — fejlesztés

DR. BALOGH ANDRÁS

Hegesztéstechnológia  
többszempontú optimalizálása

11

GYURA LÁSZLÓ – DR. PALOTÁS BÉLA

A hidegrepedési érzékenység számításának  
problémái és egy újabb lehetősége

18

### Technológia

MILOS LIVIUS – MITELEA ION –  
TÚSZ FERENC

A CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágás  
technológiai összehasonlítása

26

CSIKÓS GÁBOR – DR. HAVAS ISTVÁN –

HOLLÓSNÉ SZABÓ ANDREA –

DR. FRIEDRICH LOIBNEGGER

Hegesztéstechnológiai kísérletek  
és tapasztalatok termomechanikusan alakított  
acélok védőgázos ívhegesztésénél

33

### Információ

DR. BRENNER ANDRÁS

Piacgazdaság és a mérnöki etika

38

DR. KOVÁCS MIHÁLY

Útibeszámoló az MHtE által szervezett  
olaszországi útról

41

DR. VARGA FERENC

Útiélmények az MHtE által szervezett  
skandináv tanulmányútról

42

SINKOVICS GYÖRGY

Szabványosítási hírek

46

SZLUKA ÁGNES

Alumínium forrasztás korrózió hatás nélkül

47

### Lapszemle

R. KILLING

A bevont elektródák jelölési rendszerének  
európai szabványa (Tömörítvény a Praktiker  
7/1995. száma 338–341. oldaláról).

Fordította és tömörítette: Hoffmann Sándor)

48

### Naptár

54

#### A CÍMLAPON:

Power MIG: új fokozatszabályozású AFI/CO<sub>2</sub> hegesztőgépek az ESAB-tól 256-380 A teljesítménnyel  
2 vagy 4 görögös huzalelőtollal

**Zeitschrift  
der Ungarische Vereinigung  
für Schweißtechnik**

**Periodical  
of the Hungarian Association  
of Welding Technology**

**INHALT**

**Qualifizierung — Qualitätssicherung**

- DR. L. TÓTH  
Zuverlässigkeit  
von Schweißverbindungen,  
Beurteilung der Gefahren von Fehlern 3

**Forschung — Entwicklung**

- DR. A. BALOGH  
Optimalisierung der Schweiß-  
technologie von mehreren Gesichtspunkten 11
- L. GYURA — DR. B. PALOTÁS  
Problemen bei der  
und eine neue Möglichkeit der Berechnung  
von Kaltrißempfindlichkeit 18

**Technologie**

- L. MILOS — I. MITELEA —  
F. TÚSZ  
Vergleich der Technologien  
für das CO<sub>2</sub>-Laserschneiden und Wasser-  
strahlschneiden 26
- G. CSIKÓS — DR. I. HAVAS — A. SZABÓ —  
DR. F. LOIBNEGGER  
Schweißtechnologische Versuche  
und Erfahrungen beim MAG-Schweißen  
von thermomechanisch behandelten Stählen 33

**Information**

- DR. A. BRENNER  
Marktwirtschaft und Ethyk  
der Ingenieure 38
- DR. M. KOVÁCS  
Reisebericht über die von MHTe  
organisierte Reise nach Italien 41
- DR. F. VARGA  
Reiseerlebnisse während  
der von MHTe organisierten Studienreise  
nach Skandinavien 42
- GY. SINKOVICS  
Nachrichten der Normung 46
- A. SZLUKA  
Lötverfahren für Aluminium  
ohne Korrosionswirkung 47

**Presseschau**

- R. KILLING  
Europäische Norm für das Kennzeichnungs-  
system für die umgehüllten....Schweiß-  
elektroden (Zusammenfassung von Praktiker 7/95  
Seite 338-341.  
Übersetzt und zusammengefaßt  
von S. Hoffmann) 48

- Kalender** 54

**CONTENT**

**Qualification — quality assurance**

- DR. L. TÓTH  
Reliability of welded joint;  
assessment of danger of discontinuities 3

**Research — development**

- DR. A. BALOGH  
Welding technology optimalization  
in several ways 11
- L. GYURA — DR. B. PALOTÁS  
The problems and a new possibility  
of cold cracking sensitivity-prediction 18

**Technology**

- L. MILOS — I. MITELEA — F. TÚSZ  
A comparison of cutting  
with CO<sub>2</sub> laser beam and water jet 26
- G. CSIKÓS — DR. I. HAVAS —  
A. SZABÓ, DR. F. LOIBNEGGER  
Welding technological tests  
and experiences in gas shielded arc welding  
of thermomechanically treated steels 33

**Information**

- DR. A. BRENNER  
Market and engineer's ethics 38
- DR. M. KOVÁCS  
Report on the study-tour in Italy  
Organised by MHTe 41
- DR. F. VARGA  
Report on the study-tour in the  
Scandinavian countries organised by MHTe 42
- GY. SINKOVICS  
Some comments or standardisation 46
- A. SZLUKA  
Brazing of aluminium  
without corrosion 47

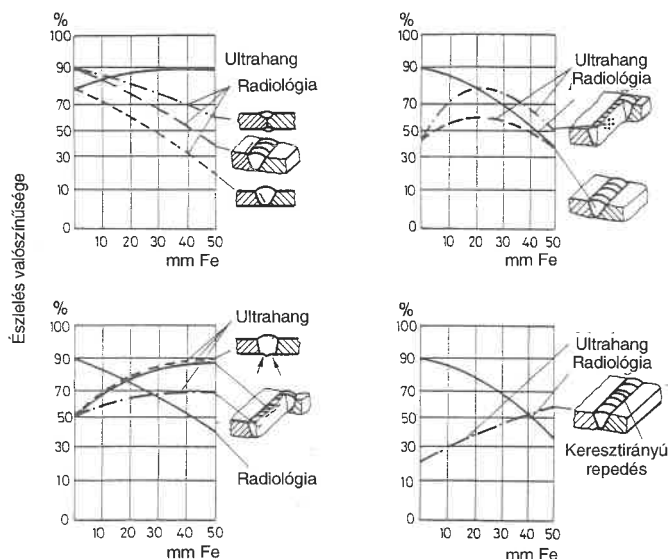
**Survey**

- R. KILLING  
An European standard for code of symbols  
for identification of covered electrodes  
(Praktiker N° 7/95 p. 538-341, translated  
and summarized by S. Hoffmann) 48

- Calendar** 54

# Hegesztett kötések megbízhatósága, a hibák veszélyességének megítélése

Az üzemelő szerkezetek döntő hányada hegesztett kivitelű, következésképpen a hegesztési varratok minősége az egész szerkezet üzemeltethetősége, megbízhatósága szempontjából meghatározó. A leggondosabb gyártás és ellenőrzés mellett elvileg sem mondhatjuk, hogy az üzemelő hegesztett szerkezetek mentesek a folytonossági hiányoktól. Ezt a tényt tükrözi az 1. ábra, ahol a különböző típusú varrathibák kimutathatóságának valószínűsége látható a lemezvastagság függvényében a két leggyakrabban alkalmazott vizsgálati módszer, az ultrahangos és radiológiai ellenőrzés esetén.



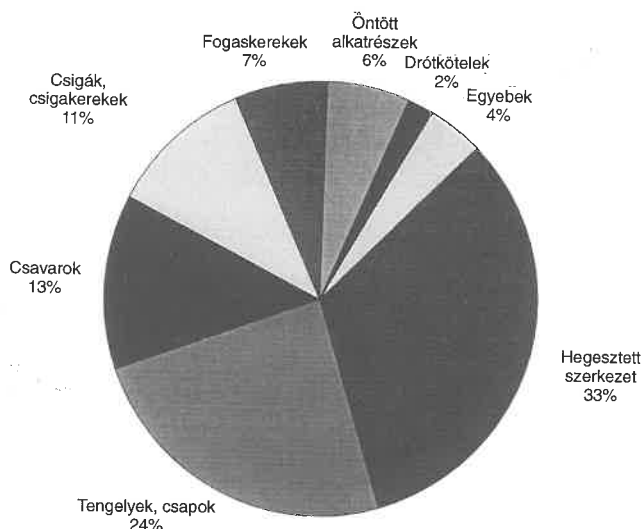
1. ábra. A különböző típusú varrathibák kimutathatóságának valószínűsége az alkalmazott ellenőrzési módszer és a lemezvastagság függvényében

## Törési, károsodási esetek megoszlása

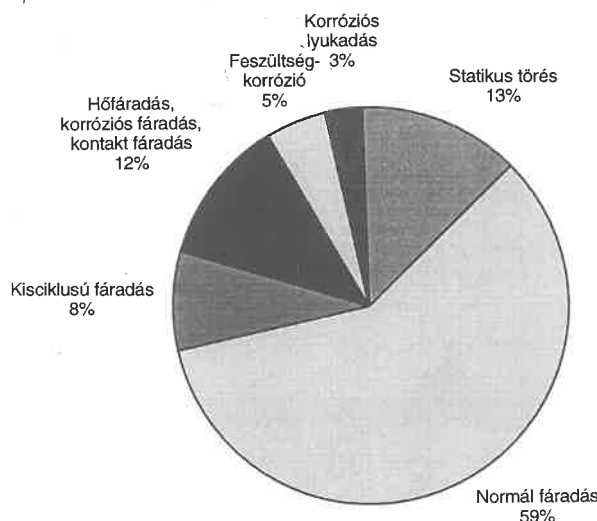
A fenti ábrából következik egyrészt az is, hogy a legveszélyesebb típusú hibát, a repedést sem tudjuk teljes biztonsággal kimutatni, másrészt az is, hogy a beépített anyag folyási határa alatt bekövetkező töréssel mindig is számolni kell.

Ezt meggyőzően igazolják a bekövetkezett törések statisztikai adatai is, amelyekből egyet a 2. ábra szemléltet.

A törést kiváltó okokat tekintve a 3. ábra jó tájékoztatást ad.



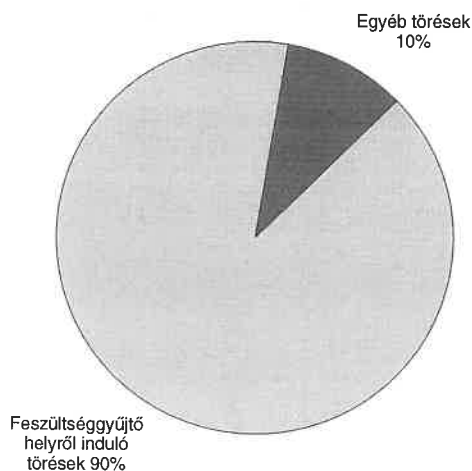
2. ábra. A törési esetek százalékos megoszlása a szerkezeti elem típusa szerint



3. ábra. A törést előidéző okok megoszlása a terhelés sajátosságai szerint

A 4. ábra egyértelműen arra mutat rá, hogy szinte kizárólagosan a feszültséggyűjtő helyekről kiinduló repedések okozzák a töréseket. A hegesztett kötések kialakításuknál fogva egyértelműen feszültséggyűjtő helyeknek tekinthetők. E tény már önmagában is nyomtatékosan felhívja a figyelmet a varratszegélyek ellenőrzésének fontosságára, azaz a felületi vizsgálatokra. Az itt szóba jöhető módszerek közül nyilvánvalóan a legolcsóbb a szemrevételezéses ellenőrzés, illetve a be-

hatoló folyadékos, a penetrációs vizsgálat. Ezek reprodukálhatóságának ellenőrzésére célszerű lenne átfogó programot indítani az ellenőrzést végző szakemberek széles körének bevonásával.



4. ábra. A törés kiindulási helyeinek megoszlása

A 2–4. ábrákon feldolgozott 242 káreset [1] okait elemezve egyértelműen látható, hogy a törések döntő hányada:

- feszültséggyűjtő helyről indul (90%),
- folyáshatár alatti feszültségeken következik be,
- a közvetlen kiváltó ok alapvetően a kifáradás (77%), amelyen belül 59% a normál mechanikai fáradás,
- a legveszélyesebbek a hegesztett szerkezetek (33%), illetve a bordákat, hornyokat tartalmazó tengelyek (24%) és a csavarkötések (13%).

A fentiekből következik, hogy a szerkezetekben levő repedésszerű hibák veszélyességének megítélése alapvető fontosságú. Ezt a követelményt csak erősíti az a tény, hogy napjainkban egyre erőteljesebben jelentkezik az üzemelő szerkezeink további üzemeltethetőségének, eldöntésének igénye. E problémakör jelentőségét több tényező is egyértelműen aláhúzza. Egyrészt a hazai ipar nagyberuházásai újkori történelmünk egy jól meghatározott periódusára koncentráálódtak. E nagy értékű szerkezetek (vegyipari gáz- és olajipari rendszerek, hidak, emelőszerkezetek stb.) döntő hányada 30–40 éves, tehát a lebontani avagy tovább üzemeltetni kérdésre egyértelmű választ kell adni. Másrészt a mikroelektronika robbanásszerű fejlődésével olyan új roncsolásmentes vizsgálati eszközök jelentek meg és terjedtek el, amelyek egyre kisebb és kisebb méretű anyagfolytonossági hiányokat képesek egyre nagyobb és nagyobb reprodukálhatósággal, megbízhatósággal kimutatni. Mindkét kiemelt tény egyértelművé teszi azt, hogy mind a roncsolásmentes vizsgálatot végző, mind pedig annak eredményei alapján az üzemeltethetőség feltételeit, a szerkezetek integritását meghatározó szakemberek, szakértők munkája mindinkább előtérbe kerül. Ahhoz, hogy a döntések kockázatát minimálisra lehessen csökkenteni, a következő szakterületek ismeretanyagát kell birtokolni:

- anyagtudomány (az anyag tulajdonságainak az üzemeltetés során végbemenő változásai megítélésére),

- kontinuummechanika (a reális, az üzemi terhelés során kialakuló lokális feszültségek, törésmechanikai paraméterek számítása a numerikus módszerek alkalmazásával),

- roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok, azok reprodukálhatósága.

Amennyiben bármelyik tudományterületen a szakértő ismerete hiányos, úgy a hibás döntés valószínűsége rohamosan növekszik. Ennek következményei pedig mind az élet-, mind pedig a vagyonbiztonság szempontjából katasztrofálisak lehetnek. Gondoljunk csak bele, mit tettünk, ha egy hidat lebontásra ítéltünk akkor, amikor még nyugodtan üzemeltethető lenne, illetve, ha nem hoztuk meg e döntést és a híd leszakad.

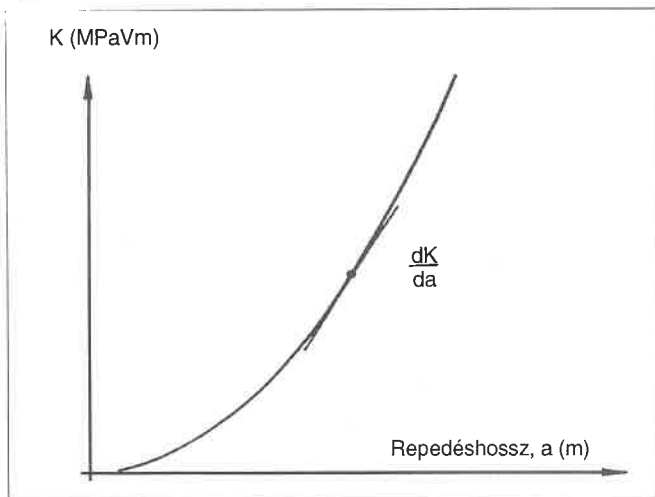
Napjainkban – éppen a törésmechanikai elvek alkalmazásának rohamos elterjedésével – adott annak az elvi lehetősége, hogy hibás döntéseink valószínűségét minimálisra szorítsuk. Ebben a mérlegelési folyamatban a roncsolásmentes vizsgálatok azonban meglehetősen nagy súllyal esnek latba. Azt is mondhatjuk, hogy a legnagyobb bizonytalansági tényezők hordozói a roncsolásmentes vizsgálatok eredményei, hisz a másik két tudományterület – kontinuummechanika, illetve a mechanikai anyagvizsgálat – által szolgáltatott eredmények reprodukálhatósága okozta hatások viszonylag egyszerűen szimulálhatók.

A közlemény alapvető célja az, hogy rámutasson, miképpen fogható egységbe a törésmechanika és a roncsolásmentes vizsgálat a repedésszerű hibát tartalmazó szerkezetek megbízhatóságának megítélése érdekében. Másik cél annak hangsúlyozása, hogy a hibák veszélyessége igen erőteljesen növekszik az alkalmazott acélok folyási határának növekedésével.

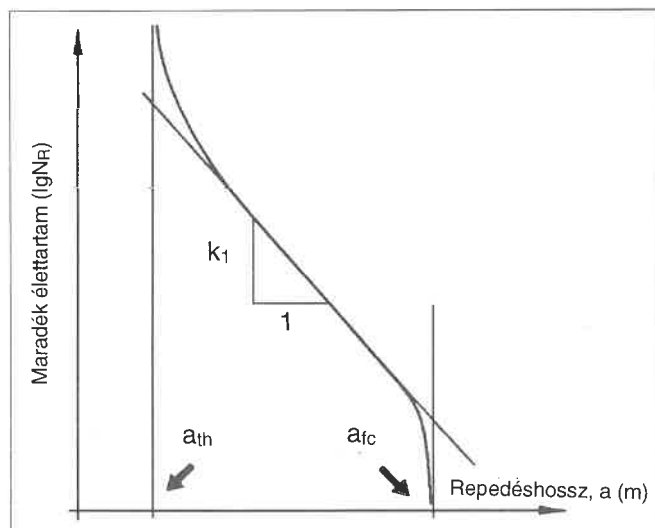
## A szerkezetek repedésterjedési érzékenysége

A törésmechanikai elvek következetes alkalmazásával megvan annak a lehetősége, hogy a felülvizsgálatok során észlelt anyagfolytonossági hiányok hatását a veszélyességük szempontjából közvetlenül jellemezhezzük és ezáltal rangsorolhassuk. A **szerkezetek repedés terjedési indexe** kvázistatikus terhelésnél az 5. ábrának megfelelően a törésmechanikai paraméter (pl. a feszültségintenzitási tényező) repedéshossz szerinti deriváltjával, míg az **ismétlődő terhelésnél** a 6. ábra szerint a maradék élettartam-repedéshossz kapcsolat segítségével egyértelműen definiálható [2, 3].

Mind az 5., mind pedig a 6. ábra egyértelmű útmutatást ad a roncsolásmentes vizsgálatl szemben támasztott követelmény rendszer kidolgozásának elveire. Ehhez tekintsük a 7. ábrát, ahol két különböző, de azonos anyagból készült szerkezeti elemet hasonlítunk össze. Egyértelműen látható, hogy abban az esetben, ha a két elem terhelhetőségének becslésénél azonos biztonsági tényezőt akarunk elérni a roncsolásmentes vizsgálat eredményeire nézve teljesen eltérő előírásokat kell tennünk. Ugyanezt mondhatjuk fordítva is, azaz abban az esetben, ha a repedéshossz mérésénél egy adott hibát, bizonytalanságot követünk el, annak a teherbírási, annak bizonytalanságára gyakorolt hatása függ a szerkezeti elemtől, a terheléstől, a repedésszerű hiba helyétől és geometriájától, azaz



5. ábra. Kvázistatikusan terhelési szerkezetek repedés terjedési érzékenysége



6. ábra. Ismétlődő terhelési szerkezetek repedés terjedési érzékenysége

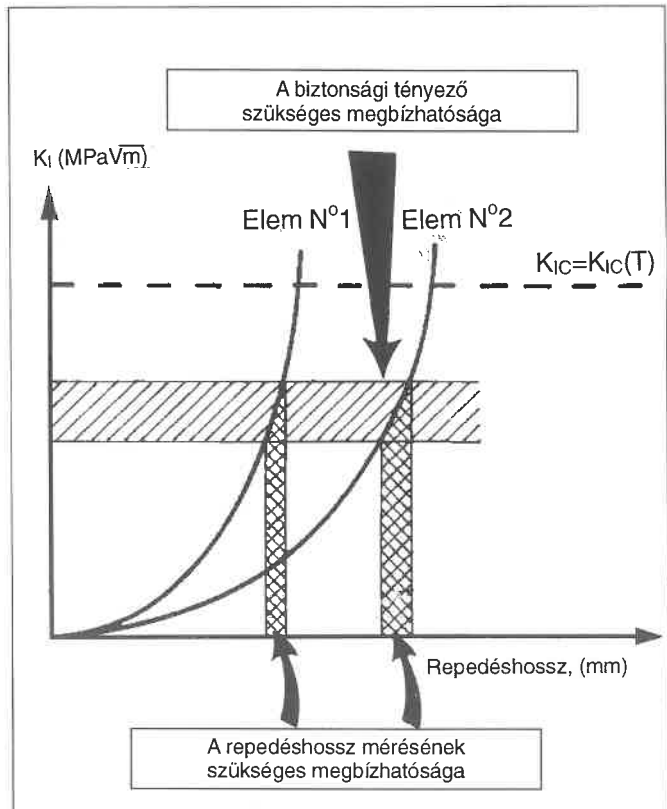
mindazon paraméterektől, amelyek a feszültségintenzitási tényező (avagy más törésmechanikai paraméter) értékét meghatározzák.

Az ábrán nyomon követhető az anyag repedés terjedéssel szembeni ellenállásának (pl. a törési szívósságának), illetve annak (pl. a hőmérséklet változása okozta) hatása is.

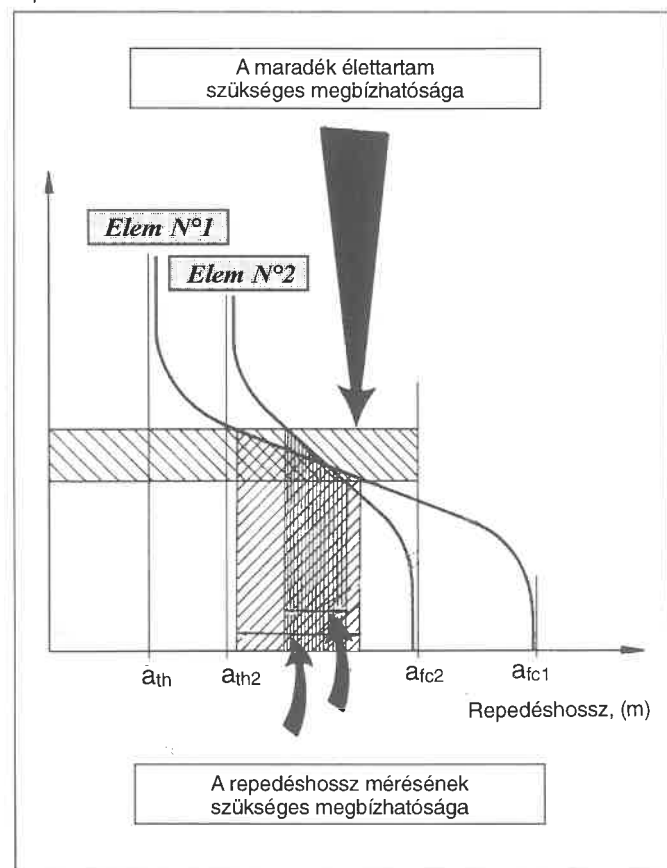
Hasonló elemzéseket tehetünk az ismétlődő terhelési szerkezeti elemekre is.

A 7. ábra egyértelműen szemlélteti azt, hogy amennyiben a két elem maradék élettartamának becslésénél azonos biztonságot (bizonytalanságot) akarunk elérni, úgy a repedéshosszak mérésénél jelentősen eltérő bizonytalanságot engedhetünk meg. Tekintettel arra, hogy a maradék élettartam számításánál az anyag repedés terjedéssel szembeni ellenállását, mint anyagjellemzőt is figyelembe kell venni, így azonos szerkezeti elemnél az anyagjellemző szórása, bizonytalansága is értékelhető. Ezen hatás jellege megegyezik a szerkezeti elem (8. ábra) hatásának jellegével.

Az anyag repedés terjedéssel szembeni ellenállásának hatása a repedésérzékenységre és a roncsolásment-



7. ábra. A szerkezeti elemek repedés terjedési érzékenysége és roncsolásmentes vizsgálati eredmények reprodukálhatóságának kapcsolata



8. ábra. A szerkezeti elem és az anyag hatása a repedésérzékenységre és a roncsolásmentes vizsgálat reprodukálhatóságával szemben támasztott követelményekre

tes vizsgálat reprodukálhatóságával szemben támasztott követelményekre

- Az előzőkből nyilvánvalóan következik az, hogy
- a roncsolásmentes vizsgálatok eredményeinek reprodukálhatósága és ennek a szerkezeti elem terhelhetőségének bizonytalanságára gyakorolt hatása egyértelműen összekapcsolható;
- a mechanikai vizsgálatok (repedésterjedéssel szembeni ellenállást tükröző anyagjellemzők) eredményeinek bizonytalansága okozta hatások szintén teljes egészében számíthatók.

### Gyakorlati példa

Az előzőekben vázolt koncepció gyakorlati alkalmazhatóságára nézve ismétlődő terhelésű repedést tartalmazó szerkezetekkel kapcsolatban tegyük fel a következő kérdéseket:

- A felületi vagy a belső hibák veszélyesebbek abban az esetben, ha lokális maradó feszültségek nem ébrednek a szerkezeti elemekben?
- Milyen hatása van az anyagok szilárdságának az ismétlődő terhelésű szerkezetek repedés terjedési érzékenységére?
- Húzott vagy hajlított szerkezeti elemekben levő repedés a veszélyesebb?

A fenti kérdések nyilvánvalóan nem válaszolhatók meg teljes általánosságban a lehetséges gép- és szerkezeti elemek összességére. Mindhárom kérdésre azonban természetesen számszerű választ kell adni.

A továbbiakban kidolgozott számpéldák kapcsán elemezzük az előzőekben felvetett kérdésekre adandó válaszokat és az azokból levonható, általánosítható következtetéseket. Példaként válasszunk három **20 mm szélességű, egységnyi vastagságú lemezt**, amely vagy középen, vagy a szélén tartalmaz repedést. Ezek készüljenek különböző minőségű acélokból (1. táblázat).

Az St 38–K13 típusú acélok folyási határai **281–1480 MPa** tartományba esnek, következésképpen az acélok igen széles szilárdsági tartományát fogják át. A fátadásos repedés terjedési körülményeit vagy a közismert

$$da/dN = C (\Delta K)^m$$

alakú PARIS-ERDOGAN vagy az általam javasolt [2, 3]

$$\frac{da}{dN} = \left\{ -\frac{1}{c} \ln \left[ 1 - \left( \frac{\Delta K - \Delta K_{th}}{\Delta K_{fc} - \Delta K_{th}} \right)^n \right] \right\}^{\frac{1}{b}}$$

összefüggéssel leírva, a **C** és **m**, illetve a  $\Delta K_{th}$ ,  $\Delta K_{fc}$ , **n**, **b** és **c** anyagjellemzők. Az utóbbi összefüggésben szereplő anyagjellemzők kísérletileg meghatározott értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A szerkezeti elemek ismétlődő terhelése minden esetben az adott anyag folyási határának 75%-a ( $\Delta \sigma = 0,75 R_{eH}$ ), azaz a folyási határra számított biztonsági tényező minden esetben azonos.

A három szerkezeti elemekben a terjedőképes, a  $\Delta K_{th}$ -ból számított repedésméreteket a 9. ábra, a kritikus, a  $\Delta K_{fc}$ -ból számítottakat pedig a 10. ábra szemlélteti.

A 11. ábrán a szerkezeti elemekre általánosan jellemző **k<sub>1</sub>** repedésterjedési indexek értékei láthatók a folyáshatár függvényében.

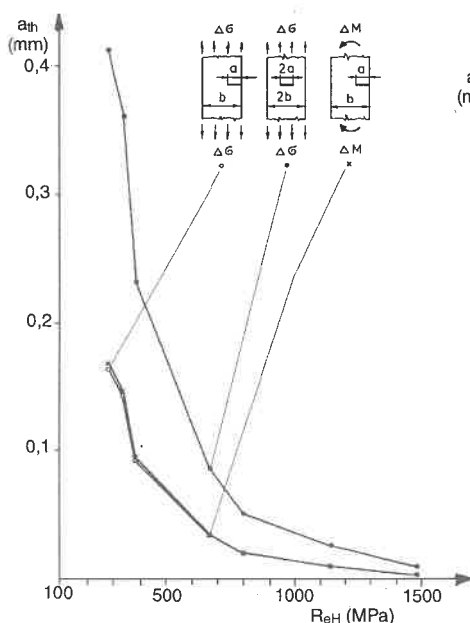
A 11. ábrán jól érzékelhető a repedésterjedési modell szerepe, amely a szilárdság növekedésével erősödik. Ha belegondolunk, ez természetes is, hisz a nagyobb szilárdságú acéloknál a  $\Delta K_{fc} - \Delta K_{th}$  intervallum a szilárdság növekedésével nagyobb lesz (lásd az 1. táblázatot), következésképpen az ezt leíró modell szerepe egyre erősödik, különösen a lassú repedésterjedés tartományában. Az általam javasolt modell a diagramot annak teljes intervallumában közelíti, a **PARIS-ERDOGAN** kifejezés pedig az **m** meredekség egyenessel szeli át a  $\Delta K_{fc} - \Delta K_{th}$  tartományt.

A 9–11. ábrák jellege, az azokon szereplő számszerű értékek önmagukért beszélnek. Ha a példa kapcsán felvetett kérdésekre kívánunk csupán válaszolni, akkor ezen egyszerű szerkezeti elemekre a következőket mondhatjuk:

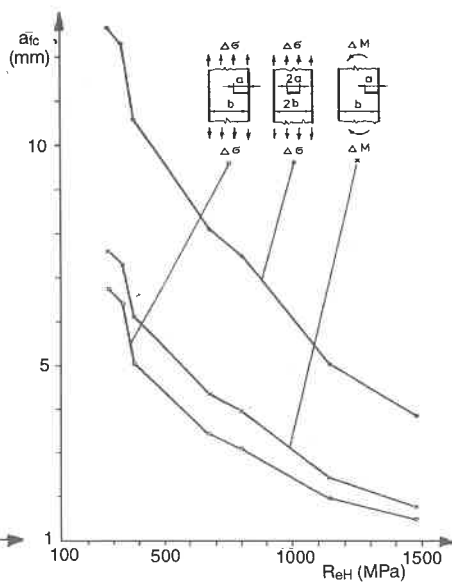
- a felületi hibák lényegesen, a kapott eredmények szerint (2–2,5-szer) veszélyesebbek, mint a belsők,
- az anyagok szilárdságának növekedésével a repedésterjedési érzékenység erőteljesen növekszik,
- a húzott szerkezeti elemekben a felületi repedés veszélyesebb, mint a hajlítottban.

| Anyag-minőség | Folyáshatár (MPa) | $\Delta K_{th}$ (MPa $\sqrt{m}$ ) | $\Delta K_{fc}$ (MPa $\sqrt{m}$ ) | c     | b     | n     |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| St 38         | 281               | 5,3                               | 40,0                              | 101,8 | 0,459 | 0,575 |
| St 52         | 334               | 5,9                               | 46,0                              | 122,9 | 0,458 | 0,524 |
| H 60          | 379               | 5,4                               | 44,8                              | 202,4 | 0,523 | 0,608 |
| H 75/3        | 673               | 5,8                               | 63,2                              | 316,8 | 0,586 | 0,486 |
| NAXTRA        | 801               | 5,4                               | 71,0                              | 144,6 | 0,506 | 0,523 |
| NK            | 1150              | 4,5                               | 97,9                              | 73,4  | 0,502 | 0,612 |
| K 13          | 1480              | 4,5                               | 62,0                              | 110,9 | 0,521 | 0,611 |

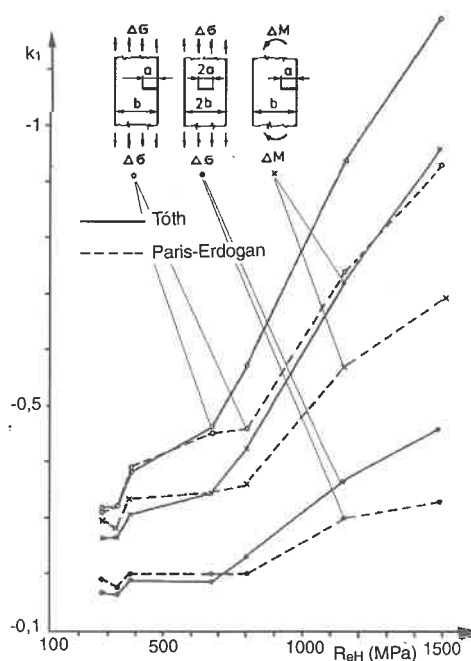
1. táblázat. A különböző minőségű acélok folyási határa és a fátadásos repedés terjedésével szembeni ellenállást tükröző anyagjellemzők



9. ábra. A terjedőképes repedésméret azonos méretű, de különböző helyeken repedést tartalmazó húzott vagy hajlított, eltérő folyáshatárú acélokból készült lemezeknél



10. ábra. A kritikus repedésméret azonos méretű, de különböző helyeken repedést tartalmazó húzott vagy hajlított, eltérő folyáshatárú acélokból készült lemezeknél



11. ábra. A repedésterjedési érzékenységi tényező  $k_1$  értéke azonos méretű, de különböző helyeken repedést tartalmazó húzott vagy hajlított, eltérő minőségű acélból készült lemezekre

Ezen egyszerű – és az ábrák alapján nyilvánvaló – következtetéseknek igen lényeges következményei vannak a roncsolásmentes vizsgálatok követelményrendszerére. Ezek közül mindenképpen kiemelendők a következők:

- a felületi vizsgálatok szerepe jóval nagyobb, mint amelyet jelenleg hazánkban annak tulajdonítanak,
- elengedhetetlen a roncsolásmentes vizsgálati eredmények reprodukálhatóságának ismerete (erre nézve is nagyobb erőfeszítéseket kell tenni hazánkban, hisz az Európai Unió tagországai igen kiterjedt vizsgálatssorozatot fordítottak ennek megismerésére a PISC I., II. és III. programok keretében),
- a roncsolásmentes vizsgálati módszerekkel, azok eredményeinek reprodukálhatóságával szemben támasztott követelményeknek egyedieknek kell lenniük, következésképpen az látszik célszerűnek, hogy egy-egy szerkezet típusra (csoportra) egyedileg dolgozzanak ki követelményrendszert.

## Összefoglalás

A közleményben tett megfontolások a bemutatott példák kapcsán a következő megállapítások tehetők:

1. A repedés terjedési érzékenység fogalom bevezetésével lehetőség nyílik arra, hogy egyrészt számszerűen jellemezzük az egyes repedésszerű hibák veszélyességét, másrészt összekapcsoljuk a roncsolásmentes vizsgálat eredményeinek bizonytalanságát és a szerkezeti elem megbízhatóságát.

2. A repedésterjedési érzékenység fogalma mind kvázistatikus, mind pedig ismétlődő terhelésű szerke-

zetekre definiálható. Ezek nagyságát az előbbi esetben a szerkezeti elem geometriája, a repedés hossza és elhelyezkedése, valamint a terhelés nagysága határozza meg. Az utóbbi esetben ezek még az anyag repedési terjedéssel szembeni ellenállásával egészülnek ki. Ebből adódóan elvi lehetőség sincs arra nézve, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok eredményeinek megbízhatóságára vonatkozó általános előírások megfogalmazhatók legyenek.

3. A bemutatott számpéldák eredményei alapján levonható általános következtetések:

- a felületi hibák lényegesen, a kapott eredmények szerint (2–2,5)-ször veszélyesebbek, mint a belsők,
- az anyagok szilárdságának növekedésével a repedésterjedési érzékenység erőteljesen növekszik,
- a húzott szerkezeti elemekben a felületi repedés veszélyesebb, mint a hajlítottban.

4. Az előző megállapításból következően a felületi vizsgálatok fontosságára lényegesen nagyobb gondot kell fordítani.

## Irodalom

- [1] Shin-Ichi Nishida: Failure Analysis in Engineering Applications. Butterworth. 1990. 215 p.
- [2] Tóth L.: Repedést tartalmazó szerkezeti elemek megbízhatósága ismétlődő terhelés esetén. Akadémiai doktori értekezés, 1994.
- [3] Tóth L.: Szerkezetek megbízhatósága. Törésmechanika – Roncsolásmentes vizsgálat. Anyagvizsgálók Lapja. 1994/3. p. 67–70.

**INVERTER**

# TIG 160 AC/DC



|                     | TIG 160 AC/DC      |            |
|---------------------|--------------------|------------|
|                     | D.C.               | A.C.       |
| Hálózati feszültség | 220 V<br>-10% +15% |            |
| Kézi ívhegesztés    | 4 - 160 A          | 10 - 160 A |
| AWI hegesztés       | 4 - 160 A          | 10 - 160 A |
| Bekapcsolási idő    | 100 %              | 60 %       |
| Méret [mm]          | 175x480x260        |            |
| Súly                | 16 kg              |            |

A TIG 160 AC/DC hegesztőgép az inverterek legújabb generációját, a csúcstechnikát képviseli, mindent tud, amit ma egy ilyen gép tudhat. Sokoldalúsága, kis súlya és méretei, az alacsony üresjáratú feszültség ideálisan alkalmassá teszik a javító-karbantartó területen való felhasználásra is. Nagyfrekvenciás egységgel valamint kézi és lábpedállal működtetett távvezérléssel van ellátva.

A FIMER hegesztőgépek széles skáláját kínálja és más gépekről is készséggel ad felvilágosítást Önnek a cég magyarországi kizárólagos képviselője:

**CORWELD Kft.**  
1119 Budapest, Andor u. 60.  
Tel./Fax: (1)/209-1071  
Tel.: (1)/181-0590/233, 234 mellék  
Postai cím: 1507 Budapest, Pf. 80.



## „A minőség kérdésében nem köthetünk kompromisszumot!”

Pekka Kempinnen mérnök (Oy Huber AB) véleménye  
a svéd ELGA hegesztőanyagokról

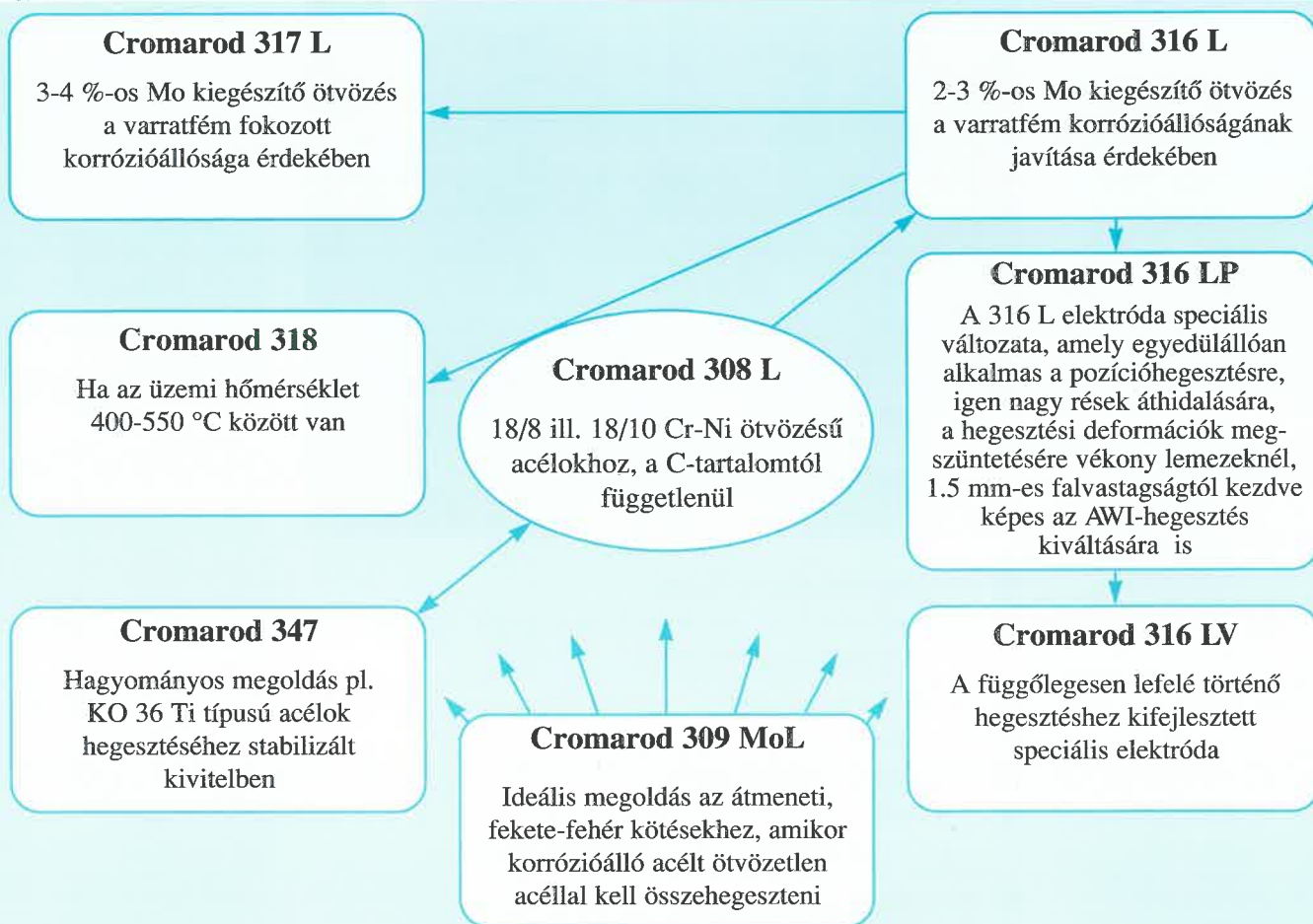
**ELGA hegesztőanyagok = kiváló minőség + kedvező ár**

Az ELGA a hegesztőanyagok széles választékát kínálja az ötvözetlen, a gyengén ötvözött és az erősen ötvözött acélok területén.

ELGA hegesztőanyagok hagyományos korrózióálló acélok hegesztéséhez:

- **CROMAROD** rutilos bevonatú elektródák,
- **CROMATIG** AWI/TIG pálcák,
- **CROMAMIG** AFI/MIG huzalok,
- **CROMACORE** (KOBE-ELGA) porbeles huzalok,
- **CROMASAW** fedettívű huzalok és **CROMAFLUX** fedőpor kombinációi.

A legfontosabb **CROMAROD** elektródák családfája:



Az ELGA hegesztőanyagok forgalmazója:

**CORWELD Kft.**

1119 Budapest, Andor. u. 60.

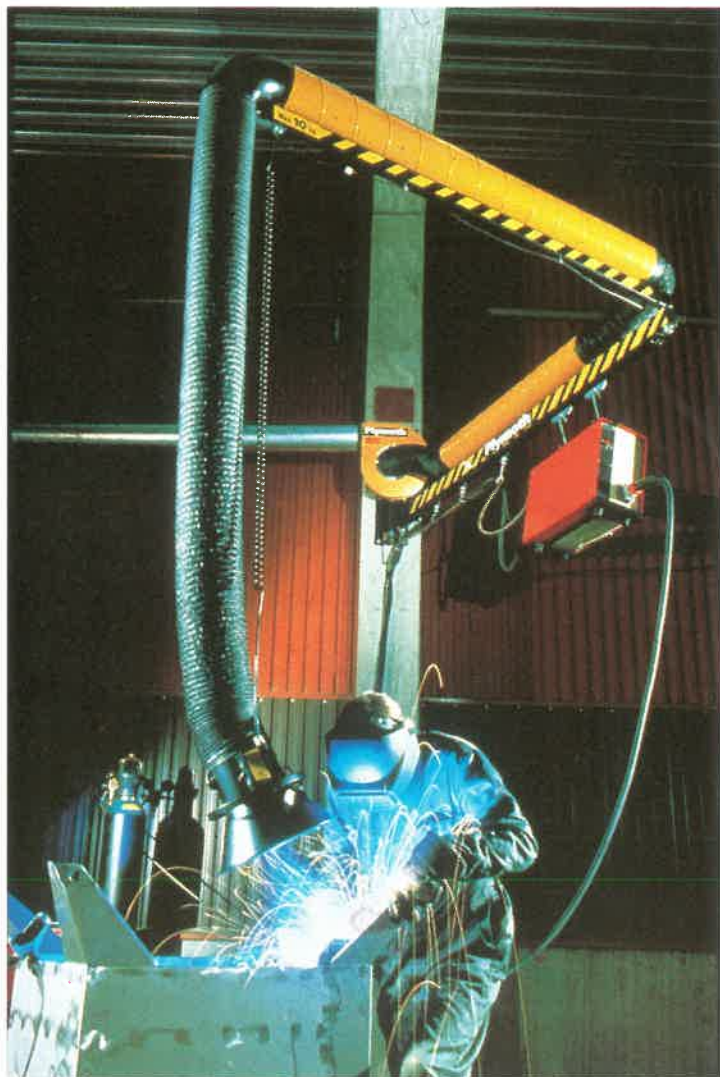
Tel./Fax: (1)/209-1071

Tel.: (1)/181-0590/233, 234 mellék

Postai cím: 1507 Budapest, Pf. 80.

További forgalmazó: FERROGLOBUS Elektróda Raktár  
Budapest, VI. ker. Lehel u. 3/b., Tel.: 129-8198

# PLYMOVENT®



- Hegesztési elszívókarok
- Elektrosztatikus, mechanikus szűrők, mobil és telepített rendszerben
- Radiálventilátorok
- Energiatakarékos kiegészítők
- Vágóasztal-elszívás
- Tanműhelyek elszívórendszerei

További szállítási programunk:

- Kipufogógáz elszívók
- REMKO meleglevegős fűtőberendezések
- LHC Kanalflokt cső- és légcsatornaventilátorok
- PYROX légfüggönyök
- ZIEHL-ABEGG-EBM ventilátorok és motorok

Magyarországi képviselő:

**ITB**  
**AEROCLEAN**

**Légfűtés és  
Tisztítástechnikai Kft.**

1131 Budapest, Mosoly utca 42.

Tel.: 1499-381, 1499-424; Fax: 1499-381

# Hegesztéstechnológia többszempon্তু optimalizálása

A hegesztéstechnika mai fejlettségi szintjén már nem csak a hegesztendő anyagok repedésektől és egyéb hibáktól mentes hegesztése a cél, hanem a legkedvezőbb kötésminőség, a legnagyobb teherbírás, a leghosszabb élettartam és nem utolsósorban a legkisebb önköltség biztosítása. Az adott cél eléréséhez matematikai statisztikai módszereket, kísérlettervezési stratégiákat és optimalizációs technikákat vehetünk igénybe.

Az optimalizáció során első teendő, hogy a hegesztésben magas fokon jártas hegesztő szakember (hegesztőmérnök) közreműködésével számításba vegyük a kötésminőségre hatást gyakorló valamennyi első- és másodrendű körülményt. A befolyásoló tényezők legkedvezőbb kombinációjának megtalálása az optimalizációs eljárás célja. Ezt a célt hagyományos módon csak véletlenszerűen és csak magas kísérleti ráfordításal lehetne megtalálni [1], ezért ez az út nem járható.

Az optimalizálás a hegesztési feladatokban lokális szélsőérték megkeresését jelenti, mivel a hegesztési paraméterek stabil hegesztési folyamatot (pl. stabil ívet) eredményező beállítási tartománya korlátozott, amihez a rendelkezésre álló hegesztőgép(ek) adottságait (az egyes paraméterek folytonos vagy diszkrét beállíthatóságát) is figyelembe kell venni. A korláton belül legtöbbször megtalálható egy olyan beállításkombináció, amelyhez bármely más beállításhoz viszonyítva kedvezőbb eredmény tartozik. Az optimalizáció igen számításigényes matematikai háttérre támaszkodik, ezért a számítógépek alkalmazása ezekben a feladatokban nélkülözhetetlen.

## Az optimalizáció célja

A hegesztési folyamatot befolyásoló tényezők számbavétele után azt kell eldönteni, hogy mit tekintünk a hegesztett kötéstől elvárható legfontosabb tulajdonságnak, vagyis meg kell határozni az optimalizációs célt. A leggyakoribb alkalmazási esetekben a következő jellemzők közül választhatunk:

1. Szilárdsági jellemzők:
  - szakítószilárdság
  - kifáradási határ
  - tartamszilárdság
  - keménység
2. Alakváltozási jellemzők:
  - szakadási nyúlás
  - kontrakció
  - hajlítási szög
3. Statikus törésmechanikai jellemzők:
  - fajlagos törési munka

- törési szívósság
- kritikus repedésszétnyílás

4. Dinamikus törési ellenállás:
  - Charpy féle ütőmunka
  - dinamikus törési energia
  - dinamikus törési szívósság
5. Egyéb mérnöki kötéstulajdonságok:
  - korrózióellenállás
  - repedésmentesség
  - esztétikai jellemzők
6. Gazdaságossági jellemzők:
  - hegesztési idő
  - anyag-, energia és bérköltségek
  - gép- és készülékköltségek
  - előkészítő és utóműveletek költségei

A kiválasztott (legtöbbször szilárdsági) főszempont szerint optimalizált kötések bizonyosan jobb minőségűek, mint a tapasztalati úton vagy szakirodalmi ajánlás alapján előírt és a hegesztőműhelyben pontosított technológiai paraméterekkel készítettek. Mégis, a továbblépés a többszempon্তু optimalizáció irányában keresendő, amikor két, vagy több céltulajdonság egyidejű legkedvezőbb értékét kívánjuk elérni. A kiválasztott céltulajdonságokból a matematikai kezelhetőség érdekében egyértékű célfüggvényt kell alkotni. A célfüggvény matematikai megfogalmazása terén szinte korlátlan lehetőségek állnak rendelkezésünkre. A praktikum oldaláról megközelítve a feladatot (néhány speciális esettől eltekintve) az összeg- és szorzatfüggvények látszanak a legkönnyebben kezelhető és jó eredményt adó megoldásnak.

Ha  $Y$ -nal jelöljük a célfüggvényt és  $y_i$ -vel, illetve  $y_j$ -vel a céltulajdonságokat, akkor a polinom és produktum függvények általánosságban a következő alakban írhatók fel:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot y_i^{b_i}}{\sum_{j=1}^m c_j \cdot y_j^{d_j}}, \quad (1)$$

és

$$Y = \frac{\prod_{i=1}^n a_i \cdot y_i^{b_i}}{\prod_{j=1}^m c_j \cdot y_j^{d_j}}, \quad (2)$$

illetve a polinomok és produktumok további célszerű kombinációi is számításba jöhetnek.

Az (1) és (2) összefüggésekben  $n$  a növelő hatású változók,  $m$  a csökkentő hatású változók számát jelenti, az  $a_i$  és  $c_j$  együtthatók és a  $b_i$  és  $d_j$  kitevők az egyes változók jelentőségének kifejezésére alkalmas súlyozást fejezik ki.

Az  $Y$  célfüggvény optimuma egyaránt jelölhet maximumot vagy minimumot. Ha az  $Y$  legnagyobb értéke a legkedvezőbb (pl. mechanikai jellemzők, vagy élettartam esetében), akkor a számlálóba a növelő változók ( $y_i$ ), a nevezőbe a csökkentő változók ( $y_j$ ) kerülnek. Amennyiben az  $Y$  legkisebb értékéhez rendeljük az optimumot (pl. költség, hegesztési idő, anyagvesztés esetében), akkor a célfüggvény megkonstruálása fordítva járhatunk el.

A további elméleti általánosítás helyett egy konkrét példát mutatunk be a módszer alkalmazására.

### Alkalmazási példa hegesztéstechnológia többszempon্তু optimalizálásához

Egy dörzshegesztési feladatban a kötés  $R_{mk}$  statikus szakítószilárdságának és  $\alpha_{td}$  dinamikus törési hajlítási szögének maximumára, valamint a  $\delta_h$  hegesztési rövidülés egyidejű legkisebb értékére törekszünk.

#### Az alapanyag jellemzők és a hegesztés körülményei

Az optimalizálást tervezett kísérletekre alapozzuk. A vizsgálatokhoz – a korábbi kísérleti gyakorlatnak megfelelően –  $\phi d=25$  mm méretű, C 45 (MSZ 61) anyagú, melegen hengerelt, úgynevezett hengerlési normalizált állapotú acélból készült, 120 mm hosszúságú darabokat hegesztettünk. Az acéladag jellemző kémiai összetétele és mechanikai jellemzői az [5] cikkben közzétett adatokkal azonosak voltak.

A hegesztéseket M 801 típusú energiatárolós dörzshegesztőgépen végeztük. A hegesztési programban az eljárás három fő paraméterét ( $J_0$ ,  $p_0$ ,  $\omega_0$ ) háromszintes kísérleti terv szerint változtattuk. Minden beállításban négy párhuzamos próbatest készült. A hegesztett kötések hegesztés közbeni  $\delta_h$  összcsovérdülését a hegesztés előtti és utáni rúdhosszak különbségeként határoztuk meg, 0,1 mm-es pontossággal. A kötéseket hegesztés után nyers állapotban (utóhőkezelés és a dinamikus hajlításnál a sorja lemunkálása nélkül) vizsgáltuk.

#### Vizsgálatok és eredményeik

A hegesztési állapotú próbadarabokat szobahőmérsékleten végrehajtott statikus ( $v_{sz}=0,1$  mm/s) szakítóvizsgálattal és ejtőgépes, többitéses, hárompontos, dinamikus ( $v_{din}=5$  m/s) hajlítóvizsgálattal minősítettük.

Korábbi tapasztalatok alapján [6] ismert volt, hogy a szakítóvizsgálat során a kötések széles paramétertartományban alapanyagban szakadnak, ezért a kötésfelületen alkalmazott 2,5 mm mélységű, 2,5 mm rádiuszú körbemetszéssel a törést a hegesztési helyre kellett lokalizálni.

Mivel a minőségi dörzshegesztett kötések jó szívósságát előző vizsgálataink [7] meggyőzően bizonyították, amikor is a számunkra elérhető legnagyobb

ejtőgép 2500 J-os ütését az azonos anyagú, állapotú és méretű kötések 62°-os hajlítási szöggel törés nélkül viselték el, ezúttal 500 J ütőenergiájú ejtőgéppel többszöri ütéssel a vizsgálatot törésig vagy maximum 120°-os behajlásig ismételtük.

A többszöri ütéssel kiváltott dinamikus törés a nagysebességű hidegalakítással együttjáró hidegkeményedés eltérő körülményei miatt abszolút mérőszámban kifejezve más eredményre vezet, mint az egy ütéssel elért, ennek ellenére az adott vizsgálati technika különböző technológiai variánssal hegesztett kötések összehasonlítására jól alkalmazható és egyértelmű eredményre vezet. Az a kötés ugyanis, amelyik több ütéssel dinamikus terhelve nagyobb hajlítási szögnél törik, szívósabbnak tekintendő, mint a csak kisebb mértékű behajlást elviselő.

A dörzshegesztett kötések kísérleti beállításait, a hegesztési rövidülések és a mechanikai vizsgálatok során nyert párhuzamos eredmények átlagértékeit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

#### Az összetett célfüggvény felépítése

A lehetséges célfüggvénykonstrukciók közül válasszuk az (1) összefüggésnek megfelelő maximum típusát, ahol a célfüggvényt növelő tényezők összege a számlálóban, a csökkentőké a nevezőben kap helyet. A mechanikai jellemzők kiemelt fontosságát az  $R_{mk}$  és  $\alpha_{td}$  értékek négyzetre emelésével vesszük figyelembe, miközben a hegesztési rövidülést az első hatványon szerepeltetjük, így az összetett célfüggvény a következő alakot ölti:

$$Y = \frac{a_1 \cdot R_{mk}^2 + a_2 \cdot \alpha_{td}^2}{c_1 \cdot \delta_h}, \quad (3)$$

$$Y \rightarrow \max,$$

ahol:

|                   |                                         |
|-------------------|-----------------------------------------|
| $Y$               | : összetett optimalizációs célfüggvény, |
| $R_{mk}$ , MPa    | : a kötés szakítószilárdsága,           |
| $\alpha_{td}$ , ° | : dinamikus törési hajlítási szög,      |
| $\delta_h$ , mm   | : hegesztési összcsovérdülés,           |
| $a_1, a_2, c_1$   | : együtthatók.                          |

Amint az a (3) összefüggésből látható, az  $Y$  optimalizációs függvénynek nincs jelentéshordozó mértékegysége, a kötött dimenziójú változók mellett egyszerűen az  $Y$  legnagyobb értékéhez rendeljük az optimális technológiát.

Az 1. táblázatban szereplő szakítószilárdság, dinamikus hajlítási szög és hegesztési rövidülés számértéke a szokásos (SI) mértékegységekben kifejezve jelentősen eltér egymástól, ezért a (3) egyenletnek megfelelő összeghányados típusú függvényekben a végeredményt nem azonos mértékben befolyásolnák. A felvetett probléma az  $a_1$ ,  $a_2$  és  $c_1$  együtthatók célszerű megválasztásával (a változók egyfajta standardizálásával) megoldható. Képezzünk súlyokat az egyes céltulajdonságok megfelelő hatványainak átlagértékeiből a következő formában:

$$a_1 = \frac{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} (\bar{R}_{mki})^2}{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} (\bar{R}_{mki})^2} = 1 ; \quad (4)$$

$$a_2 = \frac{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} (\bar{R}_{mki})^2}{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} (\bar{\alpha}_{tdi})^2} = 98,34 ; \quad (5)$$

$$c_1 = \frac{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} (\bar{R}_{mki})^2}{\frac{1}{27} \cdot \sum_{i=1}^{27} \delta_h} = 155710 . \quad (6)$$

A (4, 5, 6) összefüggésekkel számított együtthatókat a (3) egyenletbe behelyettesítve az 1. táblázat utolsó oszlopában található  $Y$  összetett optimalizációs cél-függvényértékekhez jutunk.

#### A regressziós függvény típusának megválasztása

A hegesztési változók (főparaméterek) és az  $Y$  cél-függvény közötti valóságos kapcsolat matematikai megközelítése véges számú kísérleti mintára alapozott regressziós függvénykapcsolat megalkotásával lehetséges. A regressziós függvény típusának megválasztásánál a konvenciók és elméleti megfontolások nyújtanak segítséget, mindemellett meglehetősen nagy választási szabadsággal rendelkezünk, mivel a regressziós függvénytől mindössze azt várjuk el, hogy az adott tartományban folytonos és differenciálható legyen és a mérési eredményeket minél jobban közelítse. (A közelítés jóságát többváltozós regresszióval a korrelációs indexszel, vagy az illeszkedési szórásnégyzettel jellemezhetjük.)

Saját gyakorlatomban a legáltalánosabban használható és a műszaki feladatokban szinte mindig kielégítő eredményt adó magasabbfokú összefüggvényeket részesítem előnyben. A jelen feladatban a következő tizenegyváltozós, másodfokú regressziós függvény jól megfelel a kívánalmaknak:

$$\begin{aligned} Y = & a_0 + a_1 \cdot J_0 + a_2 \cdot p_0 + a_3 \cdot \omega_0 + \\ & + a_{12} \cdot J_0 \cdot p_0 + a_{13} \cdot J_0 \cdot \omega_0 + a_{23} \cdot p_0 \cdot \omega_0 + \\ & + a_{123} \cdot J_0 \cdot p_0 \cdot \omega_0 + \\ & + a_{11} \cdot J_0^2 + a_{22} \cdot p_0^2 + a_{33} \cdot \omega_0^2 . \end{aligned} \quad (7)$$

#### A regressziós összefüggés együtthatóinak meghatározása

A 2. táblázatban összefoglalt  $\{a\}$  regressziós együtthatókat a tanszéki MULTIREG elnevezésű számítógépes programmal számítottuk ki. Az együtthatók előjele a változó cél-függvényre vonatkoztatott növelő, vagy

csökkentő hozzájárulásáról, abszolút értéke a hozzájárulás nagyságáról ad felvilágosítást (ez utóbbinál lényeges még a változó mértékegységtől függő számértéke is).

| Az együtthatók jele | Az együtthatók értéke  |
|---------------------|------------------------|
| $a_0$               | -10,15                 |
| $a_1$               | -0,6528                |
| $a_2$               | 0,1076                 |
| $a_3$               | $9,358 \cdot 10^{-2}$  |
| $a_{12}$            | $-2,145 \cdot 10^{-2}$ |
| $a_{13}$            | $-3,180 \cdot 10^{-2}$ |
| $a_{23}$            | $-2,315 \cdot 10^{-4}$ |
| $a_{123}$           | $8,207 \cdot 10^{-5}$  |
| $a_{11}$            | 1,627                  |
| $a_{22}$            | $-2,474 \cdot 10^{-4}$ |
| $a_{33}$            | $-3,219 \cdot 10^{-5}$ |

2. táblázat. A (7) összefüggés regressziós együtthatói

A közelítés jóságát az  $s^2_{\text{ill}}=0,794$  értékű illeszkedési szórásnégyzet (átlagos reziduum-négyzet) jellemzi.

#### A regressziós összefüggés információtartalma

A regressziós függvény analízisével a globális optimum, amennyiben létezik, meghatározható. A jelenlegi esetben a három technológiai paraméter ( $J_0$ ,  $p_0$ ,  $\omega_0$ ) szerinti differenciálással előállított egyenletrendszerből az extrémumhely koordinátái a következőkre adódtak:

$$\begin{aligned} J_{0\text{min}} &= 2,44 \text{ kgm}^2; \\ p_{0\text{max}} &= 97,872 \text{ MPa}; \\ \omega_{0\text{max}} &= 218,75 \text{ s}^{-1}. \end{aligned}$$

Az extrémumhelyen a cél-függvény értéke:  
 $Y_{\text{ext}}=2,27$ .

Az elsőrendű interakciók ( $J_0 \cdot p_0$ ,  $J_0 \cdot \omega_0$ ,  $p_0 \cdot \omega_0$ ) kivétel nélkül negatívak, míg az egyetlen másodrendű interakció ( $J_0 \cdot p_0 \cdot \omega_0$ ) pozitív (növelő) hatású.

Az indexelésből látható és a második deriváltakkal bizonyítható, hogy az adott regressziós függvény globális maximummal vagy minimummal nem rendelkezik, extrémumhelye nyeregpontra, amelynek a tehetetlenségi nyomatéknak minimuma, a felületi nyomásnak és a kezdeti szögsebességnek maximuma van. A meghatározott extrémumhely további problémája, hogy nem beállítható paraméterkombináció, márpedig az 1. pontban kifejtettek szerint az optimalizációs feladat megoldását a regressziós függvénynek a változók beállítható tartományába eső lokális maximuma jelenti.

| Sorszám | Tehetlenségi<br>nyomaték<br>kgm <sup>2</sup> | Felületi<br>nyomás<br>MPa | Kezdeti<br>szögsebesség<br>1/s | Statikus szakí-<br>tószilárdság<br>MPa | Din. törési<br>hajlítási szög<br>° | Hegesztési<br>összrövidülés<br>mm | Összetett<br>célfüggvény-<br>érték |
|---------|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1       |                                              |                           | 190                            | 414,0                                  | 29,00                              | 0,43                              | 3,84                               |
| 2       |                                              |                           | 220                            | 466,0                                  | 41,50                              | 0,50                              | 4,96                               |
| 3       |                                              |                           | 250                            | 632,0                                  | 50,50                              | 0,77                              | 5,39                               |
| 4       |                                              |                           | 190                            | 544,5                                  | 35,50                              | 0,58                              | 4,69                               |
| 5       | 0,935                                        | 120                       | 220                            | 640,5                                  | 72,00                              | 0,75                              | 7,87                               |
| 6       |                                              |                           | 250                            | 778,5                                  | 98,50                              | 1,05                              | 9,54                               |
| 7       |                                              |                           | 190                            | 616,0                                  | 50,50                              | 0,95                              | 4,26                               |
| 8       |                                              |                           | 220                            | 744,0                                  | 69,00                              | 1,60                              | 4,10                               |
| 9       |                                              |                           | 250                            | 790,5                                  | 89,00                              | 2,20                              | 4,10                               |
| 10      |                                              |                           | 190                            | 694,0                                  | 73,00                              | 1,90                              | 3,40                               |
| 11      |                                              |                           | 220                            | 777,0                                  | 75,00                              | 2,75                              | 2,70                               |
| 12      |                                              |                           | 250                            | 810,0                                  | 83,00                              | 3,45                              | 2,47                               |
| 13      | 1,92                                         | 120                       | 190                            | 740,5                                  | 60,00                              | 3,30                              | 1,76                               |
| 14      |                                              |                           | 220                            | 766,0                                  | 80,50                              | 4,50                              | 1,75                               |
| 15      |                                              |                           | 250                            | 820,5                                  | 109,00                             | 5,15                              | 2,30                               |
| 16      |                                              |                           | 190                            | 748,0                                  | 55,00                              | 4,45                              | 1,24                               |
| 17      |                                              | 180                       | 220                            | 774,5                                  | 79,00                              | 5,40                              | 1,44                               |
| 18      |                                              |                           | 250                            | 820,0                                  | 94,00                              | 6,65                              | 1,49                               |
| 19      |                                              |                           | 190                            | 725,5                                  | 51,00                              | 3,10                              | 1,62                               |
| 20      |                                              |                           | 220                            | 765,5                                  | 71,00                              | 3,30                              | 2,10                               |
| 21      | 2,455                                        | 120                       | 250                            | 748,0                                  | 102,50                             | 3,85                              | 2,66                               |
| 22      |                                              |                           | 190                            | 796,0                                  | 51,00                              | 3,60                              | 1,59                               |
| 23      |                                              |                           | 220                            | 775,5                                  | 74,50                              | 5,40                              | 1,36                               |
| 24      |                                              |                           | 250                            | 737,0                                  | 99,00                              | 6,05                              | 1,60                               |
| 25      |                                              | 180                       | 190                            | 746,5                                  | 59,00                              | 4,80                              | 1,20                               |
| 26      |                                              |                           | 220                            | 746,0                                  | 68,50                              | 6,60                              | 0,99                               |
| 27      |                                              |                           | 250                            | 775,0                                  | 76,00                              | 8,15                              | 0,92                               |

1. táblázat. A hegesztés paramétereit és a hegesztett kötés jellemzőit

Az előzetes hegesztési tapasztalatok szerint az adott anyagú és méretű darabok megfelelő összehegedését eredményező gépfüggő paramétertartomány a következő:

$J_0=0,935, 1,920, 2,455 \text{ kgm}^2$  (diszkrét),  
 $p_0=50\ldots 200 \text{ MPa}$  (folytonos),  
 $\omega_0=150\ldots 250 \text{ s}^{-1}$  (folytonos).

Az adott tartományban a függvény legnagyobb értékét ( $Y_{\max}=7,03$ ) az alábbi helyen veszi fel:

$J_{0\text{opt}}=0,935 \text{ kgm}^2$ ,  
 $p_{0\text{opt}}=98,8 \text{ MPa}$ ,  
 $\omega_{0\text{opt}}=250 \text{ s}^{-1}$ .

Az előző paraméterhármas minden kritériumnak megfelel, így az adott technológia-optimalizációs feladat megoldásának tekintendő.

### Összefoglalás

A mai korszerű szerkezeti anyagok hegesztése igen sok befolyásoló tényező számításba vételét igényli. A minőség felértékelődése szükségessé teszi a technológiai tartalékok feltárását és a minél teljesebbkörű kihasználását. Erre a célra a számítógéppel segített technológia-optimalizációs technikák (Computer Aided Technology Optimisation, CATO) alkalmazhatók. A hagyományos szemléletű egy célváltozós optimalizációt továbbfejlesztve több céltulajdonságból összetett

célfüggvényes, úgynevezett többszemponútú optimalizáció alkalmazását javasoljuk.

### Irodalomjegyzék

- [1] Balogh A.: A mérnöki kísérletek tervezése és végrehajtása. A kísérleti eredmények feldolgozása. Oktatási segédlet. Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc, Met. 80–810. p.: 1–31.
- [2] Balogh A.: Hegesztéstechnológia optimalizálása kísérlettervezéssel. Gép. 32. (1980). 6. p.: 225–231.
- [3] Balogh A. – Bugán Gy.: Hidraulika alkatrész dörzshegesztéstechnológiájának optimalizálása. Gépgyártástechnológia. 21. (1981). 7. p.: 314–319.
- [4] Szabó P.: Hegesztéstechnológia optimalizálása összetett célfüggvény segítségével. Országos TDK Konferencián (Sopron, 1995) díjnyertes dolgozat. (Konzulens: Balogh A.). Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, 1994. p.: 1–33.
- [5] Balogh A.: Forgásszimmetrikus dörzshegesztett kötések szívósságvizsgálati problémái. Hegesztéstechnika. IV. (1993). 3. p.: 37–41.
- [6] Balogh A.: A dörzshegesztett kötések sugárirányú szilárdságeloszlása. Hegesztéstechnika. III. (1992). 1. p.: 30–35.
- [7] Balogh A.: Sajtolóhegesztett rúdkötések dinamikus viselkedése. Hegesztéstechnika. VI. (1995). 2. p.: 36–38.



## PETROLSZERVIZ OLAJIPARI KARBANTARTÓ ÉS ÉPÍTŐ KFT.

(6701 Szeged, Pf. 788)

### KERES

## HEGESZTŐ SZAKMÉRNÖKÖT

**cső, acélszerkezet és készülék szerelési, gyártási munkák  
 hegesztési feladatainak szakmai irányítására,  
 ISO 9002: 1994. szerinti minőségbiztosítási rendszer  
 működtetésében való közreműködésre.**

**Fizetés megegyezés szerint.**

**Munkába állás: 1995. december**

**Jelentkezés telefonon: 62/367-213-as számon  
 Léderer Tamás termelési igazgatónál.**

# KEMPOMIG 350C

Hegesszen KEMPPI-vel!!!  
KEMPPI. Ha két anyag találkozik...

Inverteres, kézi  
és fagyóelektródás  
ívhegesztőgép,  
60%-os bi-vel.  
A beépített  
huzalelőtoló  
kiegészíthető egy  
FP-5 típusú  
funkcióbővítő  
egységgel.



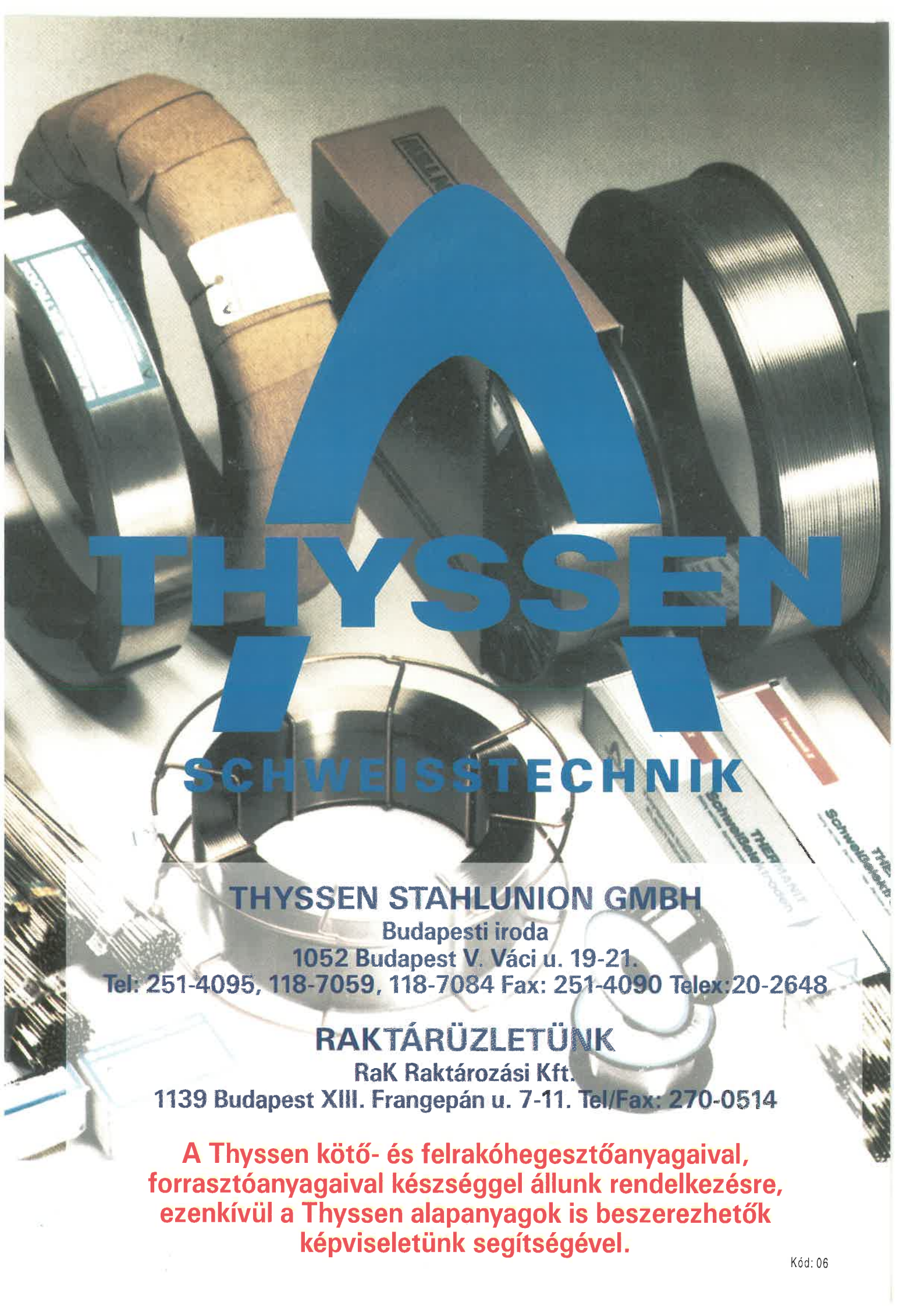
Ára: 450 000.- Ft+Áfa

**KEMPPI**

**INVENT-WELDING**  
Kereskedelmi Kft.

Képviseleti Iroda és Szerviz  
1148 Budapest, Fogarasi út 10-14.  
Telefon-fax: 221-1101

Kód: 05



# THYSSEN

## SCHWEISSTECHNIK

**THYSSEN STAHLUNION GMBH**

Budapesti iroda

1052 Budapest V. Váci u. 19-21.

Tel: 251-4095, 118-7059, 118-7084 Fax: 251-4090 Telex: 20-2648

**RAKTÁRÜZLETÜNK**

RaK Raktározási Kft.

1139 Budapest XIII. Frangepán u. 7-11. Tel/Fax: 270-0514

**A Thyssen kötő- és felrakóhegesztőanyagaival,  
forrasztóanyagaival készséggel állunk rendelkezésre,  
ezenkívül a Thyssen alapanyagok is beszerezhetők  
képviselőtünk segítségével.**

Gyura László, Dr. Palotás Béla (BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézet)

# A hidegrepedési érzékenység számításának problémái és egy újabb lehetősége

Az ívhegesztési technológiák tervezésénél lényeges feladat a hidegrepedés-mentes munkarend meghatározása, illetve annak ellenőrzése.

Napjainkban ezt egyre gyakrabban végzik számítógéppel. A számítógéppel segített tervezésnél azonban megbízható, algoritmizálható matematikai modellekre és adatokra van szükség.

A hidegrepedés-mentes munkarend modellezésére, a hegeszthetőség előrejelzésére régóta használnak számítási módszereket. Ezen számítások alapja egyrészt különböző kísérletek eredményeinek matematikai statisztikai úton történő kiértékelése, másrészt a hegesztés hatására kialakuló hőfolyamat matematikai leírása. Az egyes elméletekből, módszerekből meghatározható hegesztési munkarendek között jelentős eltérések lehetnek, amelyek általában a peremfeltételek, a mérési módszerek különbözőségéből adódnak.

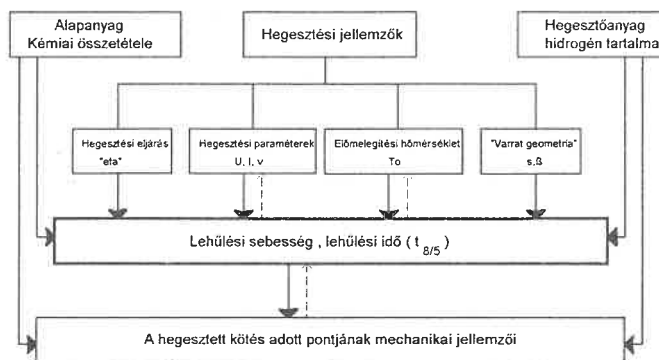
Különösen nagy jelentősége van az említett paraméterek meghatározásának a napjainkban egyre inkább terjedő nagyszilárdságú szerkezeti acélok hegesztésénél. Ezen anyagoknál a gyártási technológia, az ötvöztetés és a mikroötvöztetés jelentősen javítja a mechanikai tulajdonságokat, ugyanakkor a hegeszthetőségben nehézséget okoz. A hőbevitel alulról is és felülről is korlátozni kell, alulról a hidegrepedés elkerülése, felülről a szemcsedurvulás elkerülése jelent korlátot. Ezeknél az acéloknál különösen fontos a szükséges hőbevitel pontos meghatározása.

A közlemény célja egy olyan új gyakorlati módszer és számítógépi algoritmus bemutatása, amely lehetővé teszi a hidegrepedés-mentes munkarend gyors és megbízható meghatározását. A módszer tetszőleges összetételű acélra alkalmazható, így a nagyszilárdságú acélokhöz is.

## A hidegrepedés-mentes munkarend meghatározásának nehézségei

A hidegrepedés érzékenységet befolyásoló tényezők összefoglalóan az 1. ábrán láthatók.

Az ábrán látható, hogy a hegesztés körülményétől (eljárás, hőbevitel, előmelegítés, kötésalak, lemezvastagság, diffúzióképes hidrogéntartalom) függően a kötés egyes pontjai valamilyen meghatározott hűlési sebességgel hűlnek le. A hűlési sebességet jól jellemzi a  $t_{8/5}$  hűlési idő, ami egy adott hőmérséklet tartományban való lehűlés ideje, amelyet általában 800–500 °C, illetve 850–500 °C tartományban adnak meg. Ez a hűlési idő meghatározó szerepet játszik az adott kémiai



1. ábra. Acélok hidegrepedés érzékenységet befolyásoló tényezők

összetételű acélnál a mechanikai tulajdonságok kialakulásában az adott pontban.

Acéloknál a hőhatásövezet a kritikus zóna. Az ebben kialakuló legnagyobb hűlési sebességre jellemzően, a hővezetés differenciál egyenletéből kiindulva a következő hűlési időket kapjuk [1]:

Két dimenziós hővezetés esetén:

$$t_{8/5} = \frac{1}{4\pi\lambda c\rho} \cdot \frac{Q^2}{s^2} \cdot \left[ \left( \frac{1}{500 - T_0} \right)^2 - \left( \frac{1}{850 - T_0} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Három dimenziós hővezetés esetén:

$$t_{8/5} = \frac{1}{2\pi\lambda} \cdot Q \cdot \left[ \frac{1}{500 - T_0} - \frac{1}{850 - T_0} \right] \quad (2)$$

ahol  $\lambda$  a hővezetési tényező W/mK-ben,  $c$  a fajhő J/kgK-ben,  $\rho$  a sűrűség kg/m<sup>3</sup>-ben,  $Q$  a hőbevitel J/m-ben,  $s$  a lemezvastagság mm-ben,  $T_0$  pedig az előmelegítés hőmérséklete °C-ban.

A hidegrepedés-mentes munkarend meghatározására a legtöbb irodalom az (1) és (2) összefüggés alapján felrajzolt nomogramokat javasolja.

Ezeknek a módszereknek a problémája azonban az, hogy a

$$\text{Mechanikai tul.} = f(t_{8/5}, \text{kémiai össz., ...}) \quad (3)$$

összefüggés alapján ugyanazon mechanikai tulajdonság feltételből kiindulva más és más eredményekhez jutunk. Leggyakrabban a maximális keménységet írják elő. A (3) összefüggésnek megfelelően a maximális keménységre csak a [2] irodalom felsorol 9 eltérő összefüggést, de sorolhatnánk az irodalmak sokaságát, amelyek más és más összefüggéseket adnak meg.

Ha figyelembe vesszünk néhány olyan irodalmat is, amely az előmelegítési hőmérséklet számítására ír fel összefüggést, például [3, 4, 5, 6], úgy látható, hogy ahány módszer, annyi eredmény. Ennek bizonyítására elvégeztük néhány módszerrel az 1. táblázat szerinti acélokra az elvárható előmelegítési hőmérséklet számítását, illetve a hidegrepedés-mentes varrathoz szükséges hőbevitel meghatározását. Az eredmények a 2. táblázatban láthatók.

A számításoknál az alábbi feltételeket vettük figyelembe: megengedett keménység 350HV, a diffúzibilis hidrogéntartalom  $H \leq 5 \text{ ml/100 g}$ , a falvastagság  $s = 30$ , illetve 15 mm, a feladat hernyóvarrat hegesztése.

A hőbevitel meghatározásakor a [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] irodalom által javasolt nomogramokat használtuk. Az előmelegítési hőmérsékletet ezekben az esetekben 1 kJ/mm hőbevitel alkalmazását feltételezve határoztuk meg.

A 2. táblázatban látható, hogy ahány módszer, annyi eredmény. Mint az előzőekben arra utaltunk, a hőfizi-

kai elméletből kiinduló módszerek közötti különbségek, a kiinduló feltételek különbözősége lehet.

Természetesen felmerül a kérdés, melyik módszert használjuk?

Véleményünk szerint, a hőfizikai alapokon nyugvó módszerek bármelyikét használhatjuk, de szükségesnek tartjuk a kiindulási feltételek egységesítését. Ennek érdekében javaslatot teszünk a kiinduló adatok megbízhatóságának javítására és bemutatunk egy algoritmust a hidegrepedés-mentességet nagy valószínűséggel biztosító munkarend meghatározására.

### A véglapedzési próba alkalmazhatósága a kritikus lehűlési idő ( $t_{8/5}$ ) közvetlen meghatározására

Mint ismeretes, a véglapedzési próba (Jominy-vizsgálat) többek között az acélok átedzhető szelvényátmérőjének meghatározására szolgál (2. ábra).

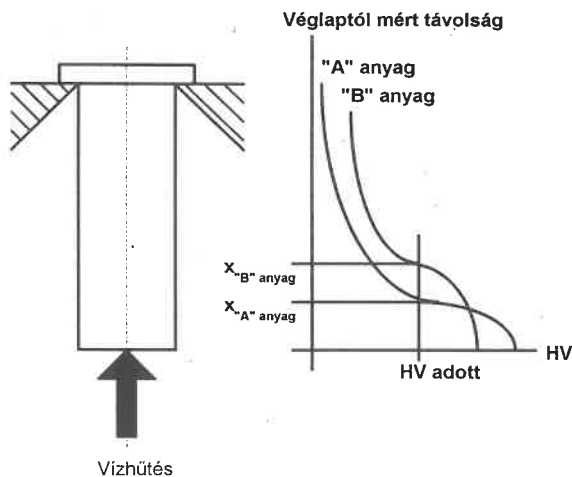
| Acél jele | C %  | Mn % | Si % | Al % | Cr % | Ni % | Mo % | Cu % | V %  | Ti % | Nb % |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| QStE690TM | 0,08 | 1,75 | 0,29 | 0,04 | 0,03 | 0,52 | 0,32 | 0,33 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 52D       | 0,18 | 1,38 | 0,35 |      | 0,05 | 0,03 |      | 0,44 |      |      |      |

1. táblázat

| Módszer        | QStE690TM     |               |                 | 52D           |                |              |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|
|                | $t_{8/5}$ , s | Q, KJ/mm      | $T_0$ , °C      | $t_{8/5}$ , s | Q, KJ/mm       | $T_0$ , °C   |
| IIW [3]        | –             | –             | 97              | –             | –              | 65           |
| Séférián [4]   | –             | –             | 127*<br>(114)** | –             | –              | 132<br>(119) |
| Ito-Bessyo [5] | –             | –             | 134<br>(98)     | –             | –              | 183<br>(145) |
| Uwer [6]       | –             | –             | 192<br>(60)     | –             | –              | 195<br>(64)  |
| MSZ 6280 [7]   | 26,7          | 2,7<br>(1,4)  | 173<br>(134)    | 12,5          | 2,0<br>(1,0)   | 134<br>(–)   |
| BME [8]        | 26,7          | 4,6<br>(2,5)  | 184<br>(92)     | 12,5          | 3,15<br>(1,57) | 180<br>(89)  |
| BS 5135 [9]    | –             | 1,5<br>(0,75) | 115<br>(–)      | –             | 0,8<br>(<0,6)  | –<br>(–)     |
| Japán [10]     | 26            | 3,7<br>(2,6)  | 140<br>(75)     | 15            | 3,2<br>(1,2)   | 102<br>(65)  |
| Francia [11]   | 30            | 2,8<br>(1,6)  | 200<br>(150)    | 15            | 1,8<br>(1,0)   | 125<br>(–)   |
| Német [12, 13] | 22            | 4,0<br>(1,0)  | 250<br>(–)      | –             | 0,98<br>(0,98) | –<br>(–)     |

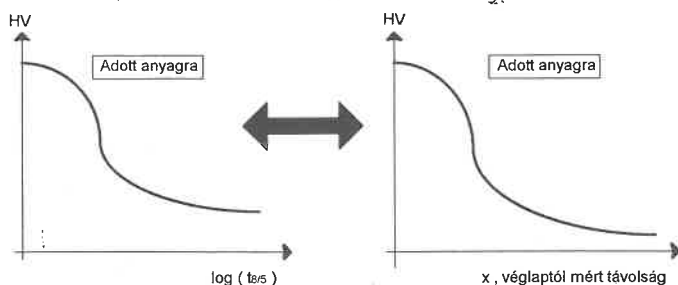
2. táblázat

A zárójel nélküli értékek\*  $s = 30 \text{ mm-re}$ , a zárójeles értékek\*\*  $s = 15 \text{ mm-re}$  vonatkoznak.



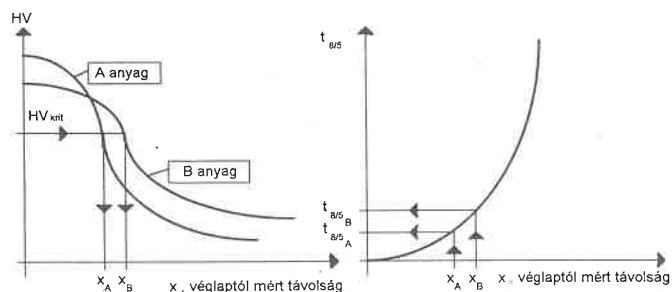
2. ábra. A Jominy-próba elrendezése és eredménye különböző anyagokra

Ha adott anyagra ábrázoljuk a hőhatásövezet keménységének változását a lehülési idő függvényében [4], úgy analóg görbét kapunk a Jominy-görbével (3. ábra).



3. ábra. A lehülési idő-keménység és a Jominy-görbe közötti analógia

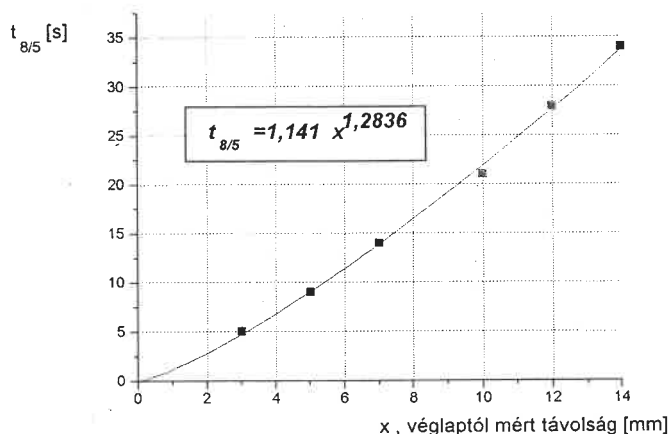
Ha tovább gondoljuk és feltételezzük azt, hogy létezik a 4. ábra szerinti függvénykapcsolat, vagyis a vég-laptól mért távolság és a  $t_{8/5}$  hűlési idő összefüggése, akkor a Jominy-görbe felvételére vezettük vissza a feladatot.



4. ábra. A véglaptól mért távolság és a lehülési idő kapcsolata

A 4. ábra szerinti függvénynek létezni kell, hiszen adott keménység esetén a nagyobb véglaptól mért távolsághoz nagyobb  $t_{8/5}$  hűlési idő tartozik. Azonos ausztenites állapotból kiindulva az azonos keménységhez azonos lehülési sebesség (lehülési idő) tartozik mind a hőhatásövezetben, mind a Jominy próbatesten.

Számos mérést elvégezve az adatokat az 5. ábrán rajzoltuk fel. [A méréseket tapintó szondás hőmérővel (THERM 2256-1), valamint érintésmentes mérést biztosító műszerrel is elvégeztük (COMET 8000 IR-AH).]



5. ábra. Méréssel felvett összefüggés a  $t_{8/5}$  lehülési idő és a véglaptól mért távolság között (Ötvöztelen-, gyengén- és mikroötvözött acélokra)

Az eredményeket statisztikailag elemezve,  $R > 0,95$  korrelációs tényezővel kaptuk a

$$t_{8/5} = 1,141 \cdot x^{1,2836} \quad (4)$$

összefüggést (itt  $x$  a véglaptól mért távolság mm-ben).

Az összefüggés ötvöztelen-, gyengén- és mikroötvözött acélokra érvényes. Az ettől eltérő hőfizikai tulajdonságú anyag-csoportokhoz más görbék tartoznak.

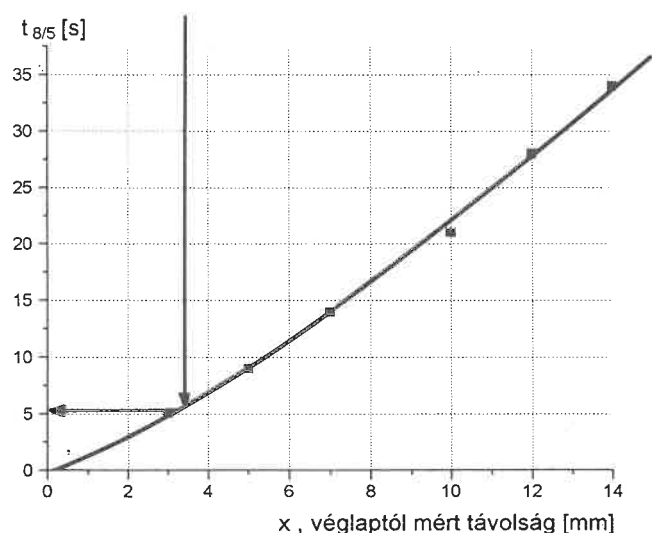
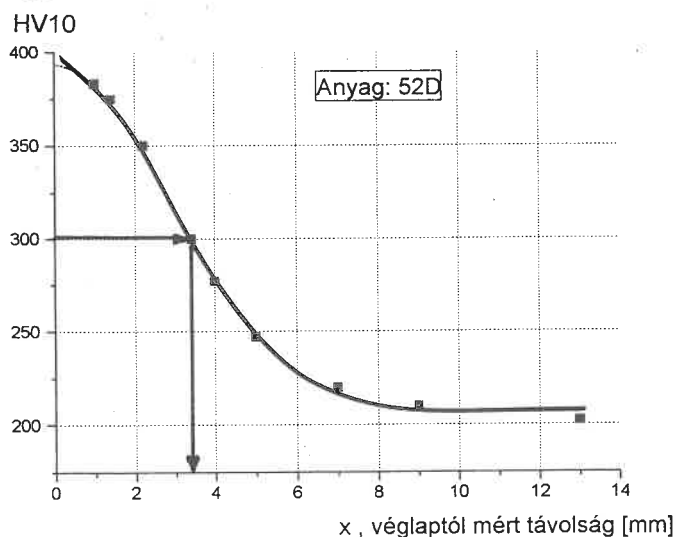
Tekintettel arra, hogy hőkezelésnél teljesen ausztenites állapotból indulunk ki, míg hegesztésnél nem jön létre homogén ausztenites állapot a hőhatásövezetben, így a függvényt csak felső becslésre használhatjuk. Alkalmazásával a biztonság irányába térünk el, hiszen kevesebb ausztenitből kevesebb martenzit keletkezhet csak.

Méréseink azt bizonyítják, hogy a biztonság irányába térünk el, és a hőciklusból számított időket – (1), (2) összefüggés – ez a módszer közelíti meg a legjobban. Nagyobb eltérés a kisebb keménységeknél adódott, ez azonban általában nem ellenőrzési alap (3. táblázat).

További vizsgálatok feladata lehet a hegesztési eljárásokra jellemző hőciklusokkal felvett korrekciós görbék meghatározása.

| Eset                         | Anyag 52D      |               |                 |          |               |
|------------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------|---------------|
|                              | Mérés-számítás |               | Jominy-görbéből |          |               |
|                              | HV             | $t_{8/5}$ , s | HV              | $x$ , mm | $t_{8/5}$ , s |
| Hernyóvarrat<br>$\beta = 1$  | 366            | 2,65          | 366             | 1,45     | 1,85          |
|                              | 360            | 3,18          | 360             | 1,67     | 2,22          |
|                              | 351            | 3,98          | 351             | 1,98     | 2,73          |
|                              | 309            | 6,72          | 309             | 3,17     | 5,05          |
|                              | 294            | 11,44         | 294             | 3,59     | 5,89          |
| Gyökvarrat<br>$\beta = 1,5$  | 330            | 4,19          | 330             | 2,59     | 3,88          |
|                              | 312            | 6,37          | 312             | 3,09     | 4,85          |
|                              | 285            | 11,4          | 285             | 3,85     | 6,46          |
| Sarokvarrat<br>$\beta = 2/3$ | 366            | 2,72          | 366             | 1,45     | 1,85          |
|                              | 330            | 4,31          | 330             | 2,59     | 3,88          |
|                              | 264            | 18,0          | 264             | 4,52     | 7,92          |

3. táblázat



6. ábra. A méréssel felvett Jominy-görbe használata a lehülési idő meghatározására

A 3. táblázat összeállításánál a 6. ábra szerinti adatokat használtuk fel.

A 6. ábra mutatja az eddig elmondottak alapján a módszer alkalmazását is.

### A különböző módszerek összehasonlítása azonos kiindulási feltételek mellett

Mivel a Jominy-próba szabványos vizsgálat, az anyagok megrendelhetők a Jominy-görbével együtt. Természetesen a felhasználás helyén is felvehető a Jominy-görbe. Ez az előzőekben bemutatott módon alkalmazható a kritikus lehülési idő meghatározására (adott előírt keménységhez tartozó lehülési időt értünk kritikus alatt).

Több szabványos acél alsó és felső kémiai összetételére ismert a Jominy-görbe. Ebből kiindulva adott keménységhez leolvasható a legkisebb és legnagyobb véglaptól mért távolság, így előírható a szükséges hőbevitel minimális és maximális értéke, illetve az előmelegítési hőmérséklet is.

Itt jegyezzük meg, hogy az általában előírt megengedhető keménység 300HV, ha a diffúzióképes H tartalom nagyobb, mint 5 ml/100 g, illetve a megengedett

keménység 350HV, ha  $H \leq 5$  ml/100 g. Ez a teljesen korrekt előírás, amit törésmechanikai vizsgálatokkal igazoltak intézetünkben [15].

A 4. táblázatban hernyóvarratra összehasonlítottuk a hőfizikai alapokon nyugvó hidegrepedés-mentes munkarendet biztosító módszereket mindenütt  $t_{8/5} = 9$  s lehülési időt előírva.

| Módszer        | Q <sub>szükséges</sub> [KJ/mm] |                |
|----------------|--------------------------------|----------------|
|                | s = 10 mm (2D)                 | s = 30 mm (3D) |
| BME [8]        | 0,89                           | 2,61           |
| Japán [10]     | 0,85                           | 1,8            |
| Francia [11]   | 0,9                            | 2,2            |
| Német [12, 13] | 0,9                            | 1,7            |

4. táblázat

Mint látható, a két dimenziós esetben kicsi az eltérés a különböző módszerek eredményei között, míg a három dimenziós esetben az eltérés lényegesen nagyobb. Ez azt mutatja, hogy itt a hőfizikai jellemzők értékei különbözők voltak, így azok helyes megválasztása igen lényeges. A két dimenziós hővezetésnél a hőfizikai jellemzőkre kevésbé érzékeny az (1) összefüggés.

Az 5. táblázatban összehasonlítottuk a különböző módszerekkel meghatározott előmelegítési hőmérsékleteket, ugyanazon esetet véve alapul, mint az előző feladatban.

Az 5. táblázat eredményei is megerősítik, hogy két dimenziós esetben az eltérés minimális, míg háromdimenziós esetben nagyobb.

| Módszer        | Előmelegítési hőmérséklet, °C   |                               |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                | Q = 0,5 kJ/mm<br>megvalósítható | Q = 1 kJ/mm<br>megvalósítható |
|                | s = 10 mm (2D)                  | s = 30 mm (3D)                |
| BME [8]        | 207                             | 247                           |
| Japán [10]     | Nem határozható meg             | 215                           |
| Francia [11]   | 200                             | 180                           |
| Német [12, 13] | 220                             | 175                           |

5. táblázat

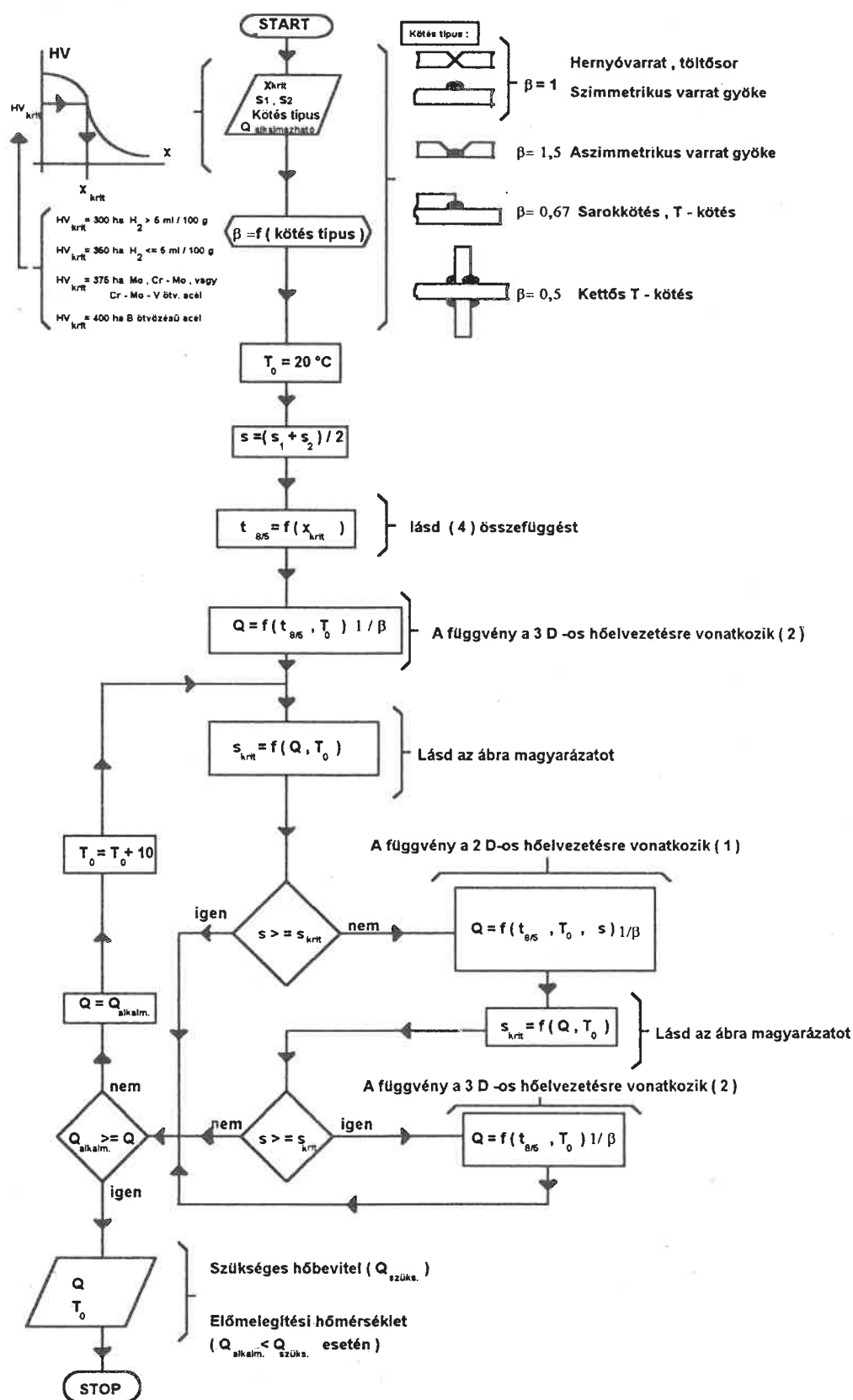
Irodalmak sokasága bizonyítja, hogy a hőfizikai jellemzőket akkor vesszük fel helyesen, ha

$$\lambda = 38...42 \text{ W/mK},$$

$$c.p = 4,9...5,2 \text{ MJ/m}^3\text{K}$$

ötvezetlen- és gyengén ötvözött acélokra [16].

A 4. és 5. táblázatban látható BME módszernél  $\lambda = 40 \text{ W/mK}$  és  $c.p = 5,1 \text{ MJ/m}^3\text{K}$  értéket helyettesítettünk [8].



7. ábra. Algoritmus a hidegrepedés-mentes munkarend meghatározására

$$\left( s_{krit} = \sqrt{\frac{Q}{2c\rho} \cdot \left( \frac{1}{500 - T_0} + \frac{1}{850 - T_0} \right)} \right)$$

## Javaslat a hidegrepedés-mentes munkarend meghatározásának algoritmusára

Az előzőekben bemutatott elgondolás alapján állítottuk össze a 7. ábra szerinti algoritmust.

A hőtorlódást figyelembe vevő  $\beta$  tényezőt mérésekkel ellenőriztük, amely vizsgálatok alapján a szakirodalom [1] által javasolt értékek helyesnek bizonyultak.

|               |                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------|
| $\beta = 1$   | hernyóvarratra, töltőorra, szimmetrikus-varrat gyökére |
| $\beta = 3/2$ | aszimmetrikus-varrat gyökére                           |
| $\beta = 2/3$ | sarok- és T-kötésre                                    |
| $\beta = 1/2$ | 2T-kötésre                                             |

A 7. ábra szerinti algoritmus használhatóságát a gyakorlat igazolta, így annak alkalmazása javasolható.

Az algoritmus alkalmazásával kapcsolatban korlátozás az anyag oldaláról nincs, hiszen az adott anyagra vonatkozó Jominy-görbéből kiindulva az helyes eredményre vezet.

## Összefoglalás

Acélok hegesztésénél gyakori veszély a hidegrepedés keletkezése. A jelenséget befolyásoló tényezők ismerete alapján számos módszert dolgoztak ki, és összefüggést írtak fel világszerte, amelyek a hidegrepedés-mentes munkarend meghatározását célozzák.

Azonban ugyanazon feltételek mellett alkalmazva ezeket a módszereket más és más eredményekhez jutunk.

A közlemény rámutat arra, hogy ennek oka a kiindulási feltételek különbözőségében rejlik, úgymint a hőhatásövezetben megengedhető lehűlési sebességek (idők) eltéréseiben.

E bizonytalanság kiküszöbölésére a Jominy-próba, mint szabványos vizsgálat eredményesen felhasználható. Az adott acélra meghatározva a Jominy-görbét, az adott keménységhez tartozó véglaptávolságból kiszámítható a megengedett lehűlési idő, amelyből a hőfizikai alapokon nyugvó összefüggéseket figyelembe véve meghatározható a szükséges hőbevitel, illetve az előmelegítés hőmérséklete.

A közlemény a számítás algoritmusát is bemutatja.

## Irodalom

- [1] Uwer, D.: Rechnerisches und grafisches Ermitteln von Abkühlzeiten beim Lichtbogenschweißen. Schweißen und Schneiden 30 (1978) Heft. 7, p.: 243–248.
- [2] Barborak, D. M. – Bruce, W. A.: Estimation of HAZ hardness in structural steels using the „Hard Tap” software. IIW Doc. XII-1306-92.
- [3] Guide to the welding and weldability of C-Mn steels and C-Mn microalloyed steels. IIW Doc. 382-71.
- [4] Sэфіrian, D.: Металлургие de la Soudure. Paris, Dunod, 1956.
- [5] Ito, Y. – Bessyo, K.: Weldability Formula of High Strength Steels. IIW Doc. IX-576-68, IX-631-69.
- [6] Uwer, D.: Schweißen hochfester stähle. Schweißen und Schneiden 1992. Vorträge der gleichnamigen Großen Schweißtechnischen Tagung in Fridrichshafen von 30. Szept. bis 2. Okt. 1992. p.: 22–27.
- [7] Acélok hegesztett szerkezetekhez. MSZ 6280-82. Magyar Népköztársaság Országos Szabvány
- [8] Palotás, B. – Gyura, L.: The checking of welding technology by computer. Computer Technology in Welding. Fifth International Conference. Paris, France 1994. Paper 18.
- [9] Process of arc welding of carbon and carbon manganese steels. BS5135, 1984. British Standard
- [10] Inagaki, M. – Nakamura, H. – Okada, A.: Untersuchungen über Abkühlungsprozesse beim Schweißen mit umhüllten Elektroden und beim UP-Schweißen. Journal of Japan Welding Society, Tokyo, 34 (1965). no. 10. p.: 1064–1075.
- [11] Bernard, G.: Az IRSID kísérletei a szerkezeti acélok hegeszthetőségével kapcsolatban. Circulaire d'Informations Techniques. 1979. d'après Atlas IRSID
- [12] Oberhausen, D. U.: Rechnerisches und grafisches Ermitteln von Abkühlzeiten beim Lichtbogenschweißen. Schweißen und Schneiden 30. (1978) Heft. 7. p.: 234–238.
- [13] Empfehlungen zur Wahl der Werkstücktemperatur beim Lichtbogenschweißen von Stahlbauten aus St52. Merkblatt DVS 1703 (október 1984).
- [14] Buchmayer, B.: HAZ-CALCULATOR. A software package for metallurgical aspects of weldability. IIW Doc. XII-1304-93.
- [15] Csikós, G.: Hegesztett kötés hőhatásövezete tulajdonságainak vizsgálata 52 D típusú acélon. Szakmérnöki diplomatervez. BME MTAI 1988. (Konzulens: Dr. Czoboly Ernő)
- [16] Radaj, D.: Heat Effects of Welding. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992.

A lapot

**Magyarország legnagyobb médiafigyelője, az**



**>> OBSERVER <<**  
MAHIR OBSERVER MÉDIAFIGYELŐ KFT.

1091 Budapest IX., Üllői út 51.  
Telefon: 215-4713, 215-3421, 215-9932, Fax: 216-0688, 215-9934

**rendszeresen szemlézi**

**KÖZLEMÉNY**  
**A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI EGYESÜLÉS**  
tájékoztatja az érdekelteket az  
**ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁSOK**  
(magyar és német)  
valamint  
**HEGESZTŐMINŐSÍTÉSEK**  
(magyar és európai érvényű)  
**KOORDINÁLÁSÁNAK**  
lehetőségeiről

A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés, az SLV-München, illetve a TÜV Rheinland között megkötött kétoldalú megállapodások lehetővé teszik, hogy az MHT operatív szervezete, a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés bonyolításában a magyar gazdasági társaságok a HEGESZTÉSTECHNIKA című folyóiratban megjelent hirdetéseknek megfelelően, felügyeletköteles, Németországban felállítandó termékek gyártásához szükséges hegesztőüzem alkalmassági tanúsításokat rendeljenek meg az MHTÉ-nél.

Lehetővé vált továbbá, hogy az MHTÉ, illetve a TÜV Rheinland egy magyar és egy német vizsgabizonyítvány kibocsátásával, közös vizsgával az MSZ EN 287-1, illetve DIN EN 287-1, AD Merkblatt HP3 vizsgarendszernek megfelelően bonyolítsa a hegesztők európai minősítését.

További lehetőség nyílt arra, hogy a magyar hatóságátvétel köteles, a NYEBSZ, illetve a KBSZ hatálya alá tartozó termékeket hegesztők minősítése, illetve a technológiai vizsgálatok lebonyolítása egyidőben folyjon a TÜV Rheinland által végzett AD Merkblatt HP2/1, illetve HP3 szerinti vizsgálatokkal (lásd Hegesztéstechnika 94/2. számát).

Magyarországon ma a NYEBSZ, illetve a KBSZ hatálya alá eső hegesztett termékek, éghető folyadékokat tároló tartályok gyártásához, szereléséhez, karbantartásához és javításához szükséges tanúsítási okiratok kiadására az ÁEEF Minősítési Osztálya jogosult.

#### **Új lehetőségek**

a.) A vevő, a szerződés és a szabvány előírhatja a nem hatóságátvétel köteles hegesztett acélszerkezetek gyártásához, szereléséhez szükséges üzemalkalmassági engedélyek meglétét.

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI EGYESÜLÉS vállalja, hogy lefolytatja és tanúsíttatja a gazdasági társaságok hegesztőüzemi alkalmasságát az MSZ 4362 és az MSZ EN 29000 sorozat szerint.

b.) Az MHTÉ igény szerint a beérkezett megrendelések után koordinálja a tanúsítási eljárás lefolytatását. Ebben az esetben ÁEEF Minősítési Osztálya kiadja a NYEBSZ, KBSZ-MSZ 4362 szerinti üzemalkalmassági tanúsítási okiratot és MHTÉ az MSZ 4362 szerint az MSZ 6442 szabványnak megfelelő tanúsítási okiratot.

c.) Ha a gazdasági társaság, aki DIN 18800/7, illetve AD Merkblatt HPO szerint is tanúsíttatni kívánja tevékenységét és a Magyarországon érvényes magyar jogszabályok által előírt tanúsítási kötelezettségeknek is meg kíván felelni, a hegesztőüzemi tanúsítási eljárás u. n. koordinált eljárás keretében lefolytatható.

Keresse fel  
a **MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI EGYESÜLÉS-t**  
Telefon: 183-5268 Telefon/fax: 163-3295

Ügyintéző: Gayer Béla ig. h.



Nagy múltú osztrák gyártó  
hegesztőgépei a legjobb  
minőségben, kifejezetten  
az Ön problémáinak megoldására.

Megbízhatóan működő, inverteres  
berendezések mindhárom eljárásra,  
a legmostohább ipari körülmények  
között is.

Az alábbi gépcsaládok  
magyar nyelvű gépkönyvvel,  
MEEI minősítéssel rendelkeznek:

- **TRANPOCKET**
- **TRANSTIG**
- **MAGIC WAVE**
- **VARIO STAR**
- **TRANSPULS  
SYNERGIC**

Bármilyen kérdésével  
forduljon bizalommal  
hozzánk!

Újdonságok, érdekességek!



**Fronius**  
J O B B H E G E S Z T É S

**BÖHLER KERESKEDELMİ  
KFT.**

Budapest X., Ceglédi út 19.  
Telefon: 260-6482  
Fax: 263-2725

**FRONIUS MÁRKASZERVIZ  
MOLZOL**

Budapest XV., Rákosi út 121/a.  
Telefon: 30/415-689  
Telefon/fax: 405-5154

**WELDOTHERM  
HŐTECHNIKAI  
ÉS KERESKEDELMİ KFT.**

Ajka, Gyár utca 35.  
Telefon/fax: 88/312-589, 312-577

Milos Livius, Mitelea Ion (Prof. Univ. Tehnica Timisoara), Tusz Ferenc (Adj. Univ. Aurel Vlaicu Arad)

# A CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágás technológiai összehasonlítása

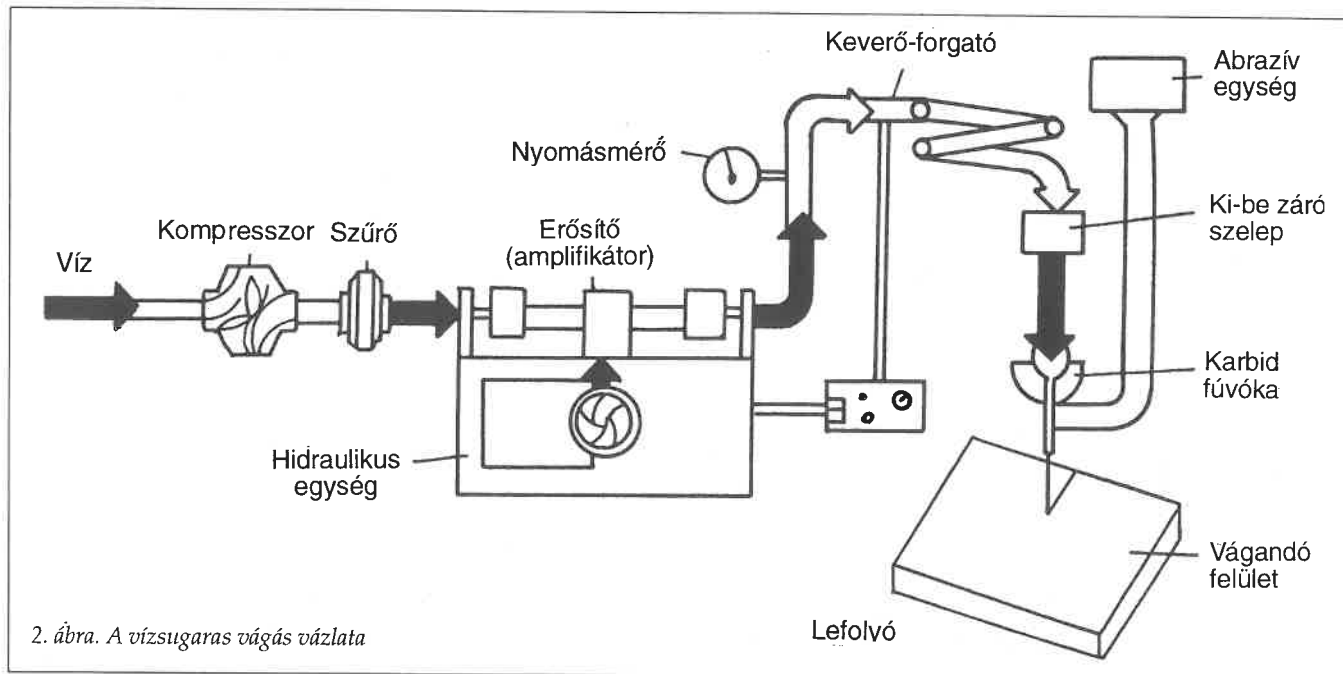
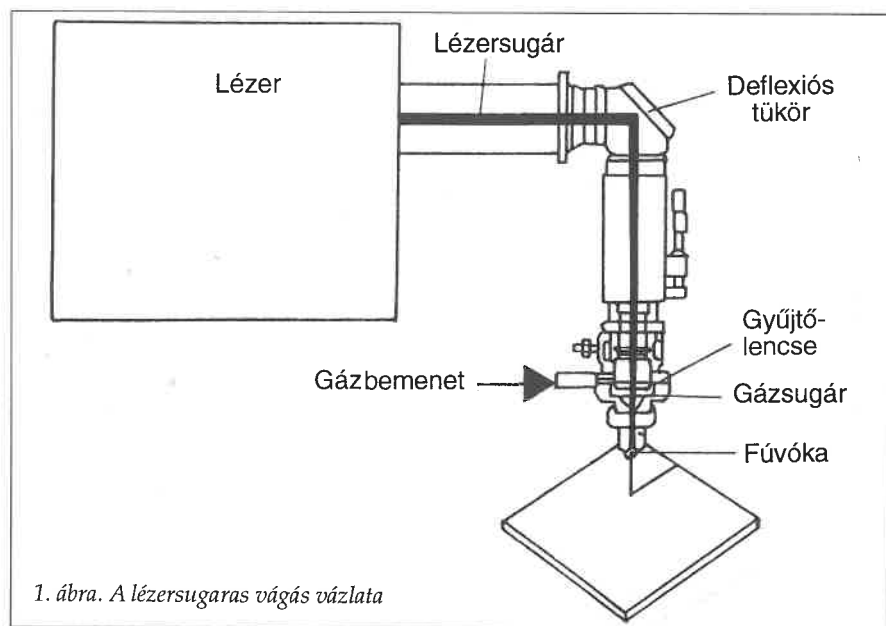
A klasszikus fémvágási módszerek mellett (mechanikai vágás, lángvágás, plazmavágás) az utóbbi 15 évben teret hódít újabb két módszer: a vízsugar- és a CO<sub>2</sub> lézersugaras vágás.

Mind a két módszer tökéletesen kielégíti a technológiai folyamatokkal szemben támasztott követelményeket (magas gépesítési, illetve automatizáltsági fok, nagy vágási sebesség bármely vágási vonal ese-

tében és a nagy alkalmazási flexibilitás). Különlegesen előnyös tulajdonságai eredményeként (nincs érintkezés a vágószerszámmal és a munkadarab között, különböző anyagok vágása nagy vágási sebességgel történhet, keskeny a vágási résszélesség, azaz nagyon kicsi az anyagvesztés) ez a két eljárás nagy népszerűségnek örvend olyan különböző területeken, mint a gépjármű- és az elektronika-gyártás, az űrhajózás, valamint a keramikai és kompozit anyagokat feldolgozó ipar.

Elméletileg a lézersugaras vágásnál a sugarat egy optikai egység egy „aktív kis kör”-re (0,1–0,2 mm) fókuszálja a munkadarabon.

Ezen az aktív felületen nagy az energiasűrűség ( $10^9$ – $10^{11}$  W/m<sup>2</sup>), amely az anyag teljes vastagságának átolvadásához vezet. A lézersugárral egyidőben és koaxiálisan, egy nagynyomású gázszugár eltávolítja a megolvadt fémeket. Ha ez a



vágó gáz oxigén, fokozódik a termikus hatás, egyidejűleg nő a vágási sebesség, valamint javul a vágott felület minősége.

A lézerrel vágott felületek jellegzetessége a kitűnő minőség, a keskeny vágási rés (2–5 mm anyagvastagságnál 0,3 mm) és hőhatásövezet, a kis fajlagos hőbevitel, valamint a vágó gáznak a vágási élekre gyakorolt hűtőhatása eredményeként. E módszerrel majdnem minden fém anyag ipari körülmények között is vágható.

A vízsugaras vágás nagy nyomású (3000–6000 bar) és nagy sebességű (500–900 m/s) vízsugárral történik. A vízsugár nagy nyomását egy kompresszor, valamint egy nyomássokszorozó egység biztosítja. Ez az egység egy hidraulikus akkumulátort is tartalmaz, amely a kilépő víz mennyiségét szabályozza (5–20 dm<sup>3</sup>/perc). A vízsugarat a nagy nyomásnak ellenálló, rozsdamentes csövön keresztül vezetik a vágandó felületre, a vágófej kemény anyagból (zafir, karbidok vagy kerámia) készült fúvókáján át. A fúvóka kis átmérője (0,08–0,5 mm) és a nagy nyomás biztosítja a vízsugár nagy sebességét, a nagy energiakoncentrációt.

Nagyon kemény anyagok (fémek, kerámiák, kőzet) vágásánál kis szemcseméretű (0,08–0,1 mm) abrazív keveréket is adagolnak a vízsugárba. Az abrazív anyagok (szilíciumkarbidok vagy nitrdek, korund, szilikát) egy keverőkamrán keresztül kerülnek a vízsugárba. A vízsugár egy komplex folyamatban nagy energiát ad az abrazív részecskének, megnövelve sebességüket.

A vágási rés mérete 0,5–2,5 mm között van, függően a vágás mód-

| Mutató                       | CO <sub>2</sub> lézer                | Vízsugár          |
|------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Szerszám és anyag érintkezés | nincs                                | nincs             |
| Termikus alakváltozás        | a hőhatásövezetben minimális         | nincs             |
| Mechanikai alakváltozás      | nincs                                | nincs             |
| Automatizálási lehetőség     | kitűnő                               | kitűnő            |
| Robothoz kapcsolhatóság      | megfelelő                            | jó                |
| Vágó mechanizmus             | az anyag olvasztása és párologtatása | nyomása és erózió |

1. táblázat. Minőségi összehasonlítás a CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágásnál

| Önköltségi mutató                                | Lézer           | Vízsugár        |
|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Berendezés ára                                   | 75000–160000/db | 80000–150000/db |
| Beállító berendezés ára (x-z asztal, CNC, stb.)  | 75000–150000/db | 75000–150000/db |
| Műveleti költségek (villanyáram, víz, gáz, stb.) | 4,5–6/óra       | 5–6,5/óra       |

2. táblázat. A CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágás önköltségi elemeinek (USD) összehasonlítása

szerétől (abrazív részecskékkel vagy anélkül), valamint a vágási felület érdességétől, amely 0,1–0,6 mm között változik.

Vízsugárral és abrazív részecskékkel acélok 200 mm vastagságig, alumínium 75 mm-ig, titán 250 mm-ig, kompozit anyagok 75 mm-ig, kerámiai anyagok 50 mm-ig, kő pedig 1200 mm-ig vágható.

Minőségi, valamint befektetési összehasonlító elemzésre az 1. és 2. táblázat ad lehetőséget. Egyik vagy másik módszer kiválasztása és a gyakorlatban való alkalmazása az alkalmazás sajátosságainak függvénye.

Mint az 1. táblázatból kitűnik, a lényeges különbség a két módszer

között az anyag eltávolításának módjában van, azaz, hogy a lézer egy „meleg szerszám”, míg a vízsugár egy „hideg szerszám”. Ezen műveleti különbségek hatása jelentkezik a vágott felület minőségében és tulajdonságaiban.

A felületi réteg összehasonlító (metallografiai és keménységi) elemzése a CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágásnál a jelen közlemény témája.

### Vágási próbák

A CO<sub>2</sub> lézer- és vízsugaras vágással készített vágási felületek alaktani-morfológiai tanulmányozását a 3. táblázatban közölt méretű, ötvözött és gyengén ötvözött acélokon végeztük.

| Alapanyag   |                   | Vágási paraméterek             |                            |                |                          |                         |                                   |                            |
|-------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|             |                   | CO <sub>2</sub> lézer (2,5 kW) |                            |                | Vízsugár                 |                         |                                   |                            |
| Minőség     | Vastagság<br>(mm) | Sugár teljesítmény<br>(kW)     | Vágási sebesség<br>(m/min) | Vágó gáz       | Vízsugár nyomás<br>(bar) | Abrazív tömeg<br>(kg/h) | Fúvókamunkadarab távolság<br>(mm) | Vágási sebesség<br>(m/min) |
| A207-Gr.A   | 4                 | 2,0                            | 3,8                        | O <sub>2</sub> | 3000                     | 0,25                    | 1,0                               | 0,60                       |
| A387-Gr.XII | 8                 | 2,0                            | 2,0                        | O <sub>2</sub> | 3000                     | 0,25                    | 1,0                               | 0,30                       |
| AISI 304    | 4                 | 2,0                            | 2,7                        | O <sub>2</sub> | 3000                     | 0,25                    | 4,0                               | 0,60                       |

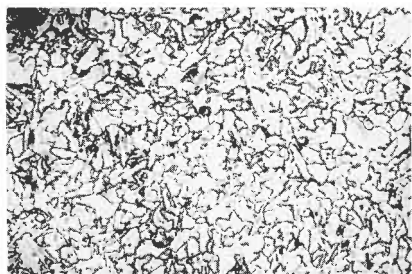
3. táblázat. A vágási paraméterek értékei

A vágást Lisszabonban, az ISQ FEDE laboratóriumában végeztük. A használt berendezések 2,5 kW (SINAR-ROFIN) lézer, valamint egy ESAB gyártmányú, 4000 bar nyomással működő vízsugaras vágóberendezés, melyek az európai közösség üremeiben jelenleg is használatosak.

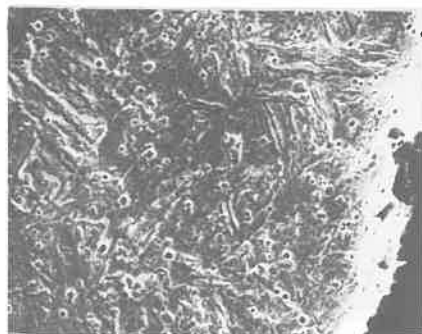
Mint a 3. táblázatból kitűnik, a vágási paraméterek mind a három acél esetében a folyamatoknak megfelelőek, normálisak.

### A vágott darabok elemzése

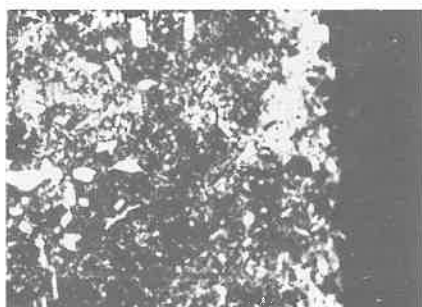
- Próbadarabok vágási felületeit
- mikrostrukturális
  - szklerometrikus (keménység)
  - felületi simaság elemzésnek vetettük alá.



3. ábra. A 207-Gr.A acél mikroképe (n=500)



4. ábra. A 207-Gr.A acél lézersugaras vágási élének mikroképe (n=500)



5. ábra. A 207-Gr.A acél vízsugaras vágási élének mikroképe (n=500)

### Mikroszerkezeti elemzés

A felületek egyértelműen mutatják az anyagok igénybevétele a vágási folyamat alatt.

A lézersugaras vágási folyamat hőciklusát a nagy lehűlési sebesség jellemzi. A gyengén ötvözött acélok esetében a bainites (3. ábra) vagy ferrit-troosztit-bainites szerkezet (6. ábra) edzéshez hasonló átalakuláson megy át, a felületi réteg egy zónája troosztit vagy martenzites szerkezetből áll, ami az acél termofizikai jellemzőjének függvénye (4. és 7. ábra).

A vízsugaras vágásnál egyértelműen láthatók azon termomechanikus folyamatok hatása, amelyben az acélok a gyártásuk során átmertek. A felületi réteg az A207-Gr.A acél esetében (5. ábra) ausztenites területre felmelegítve újrakristályosodáson megy át, lehűlés alkalmával kicsapódik az első fázisú proeutektoidos ferrit, a megmaradt ausztenit nagyon mélyre hűtve, egy troosztit átalakuláson megy át.

Hasonló jelenségek keletkeznek az ausztenites acélok esetében is. A lézerrel vágott felületi rétegben (10. ábra) az agresszív termikus ciklus

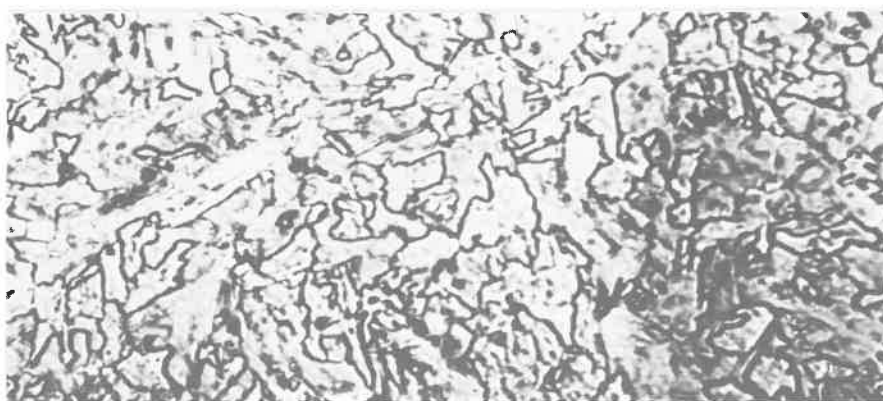
intenzív karbid-kicsapódáshoz vezet a felületi réteg kristályszerkezetének az anyag belseje felőli részén.

A nagynyomású vízsugár okozta termo-mechanikai hatás a szemcsék ikerkristályosodásához vezet az érintett rétegen (11. ábra), és a króm karbidok elegybe való helyezéséhez, amelyek nem oldódtak fel az ausztenitizálás alkalmával (9. ábra).

### Keménységi elemzés

A 12. ábra mutatja a keménység-mérés eredményeit. A méréseket Vickers módszerrel végeztük 200 g erővel. A lenyomatokat a vágási éltől a próbadarab belseje felé készítették, közöttük levő távolság 0,1 mm.

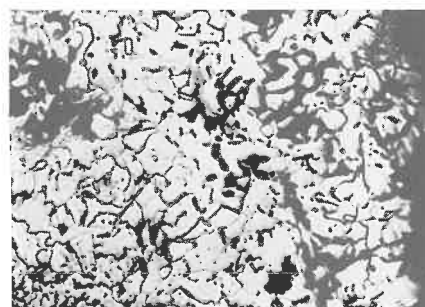
A hőhatásövezet kiterjedése 0,4–0,5 mm között változik a CO<sub>2</sub> lézersugaras vágásnál, amelyet a keménység növekedése jellemez az acél ötvöztetésének függvényében. A nagynyomású vízsugaras vágás egy enyhe felületi keménység-eredményez 0,1–0,15 mm mélységben.



6. ábra. A387-Gr.XII acél mikroképe (n=500)



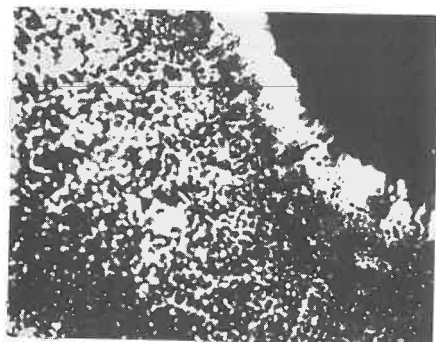
7. ábra. A387-Gr.XII acél mikroképe lézersugaras vágás után



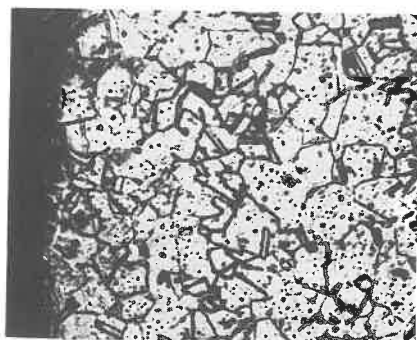
8. ábra. A387-Gr.XII acél felületi mikroképe vízsugár vágás után



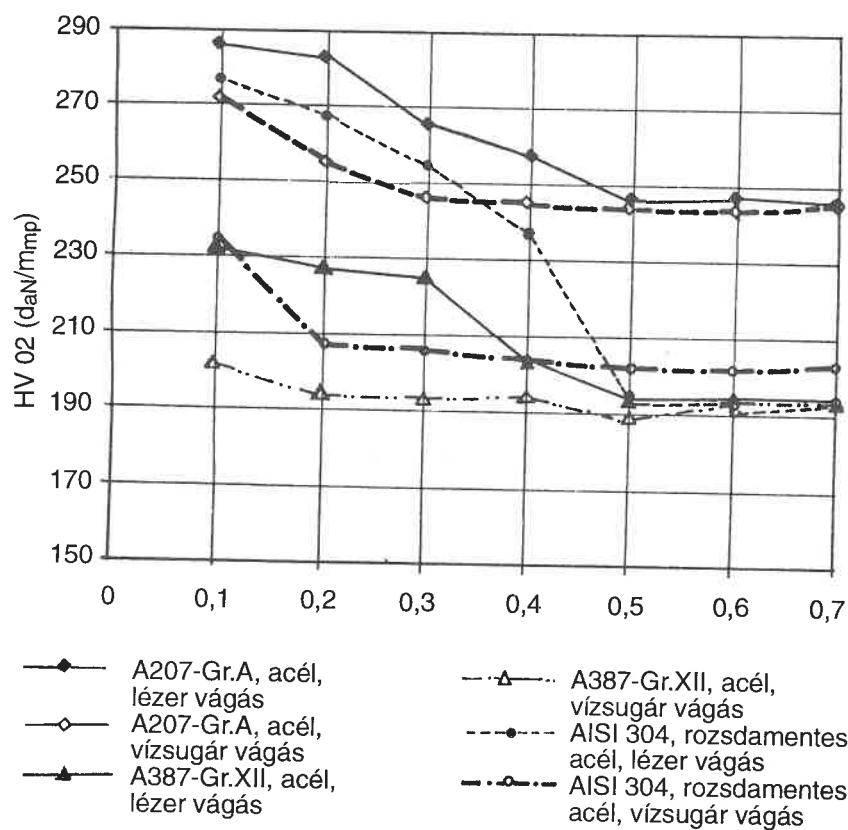
9. ábra. AISI 304 acél mikroképe ( $n=250$ )



10. ábra. AISI 304 acél felületi mikroképe lézersugaras vágás után



11. ábra. AISI 304 acél felületi mikroképe vízszugaras vágás után



12. ábra. A mikrokeménység változása a felületi rétegben

## Következtetések

A CO<sub>2</sub> lézer- és vízszugaras vágási kísérletek során kapott felületek morfológiájának tanulmányozása az alábbi következtetésekhez vezet:

- a két vágási technológia a vágott felületek jellemzői, valamint a költségek szempontjából hasonlítható össze, az egyik vagy a másik használata viszont az alkalmazás jellegzetességeinek függvénye;
- a felületi réteg szerkezeti és mechanikai módosulásai megfelelnek a hőciklusnak, valamint az anyagok termofizikai tulajdonságainak. A CO<sub>2</sub> lézersugaras vágás egy mélyebben befolyásolt felületi réteghez vezet (0,4–0,5 mm), mint a vízszugaras vágás (0,1–0,15 mm);
- a vágott felület minősége jobb a vízszugaras vágás esetén, mint a CO<sub>2</sub> lézersugaras vágás esetében, ahol a termikus vágás jellegzetes barázdái fedezhetők fel.

## Irodalom

- [1] Defaux, M.: Jet d'eau ou laser, La découpe a la carte, Technologies, 1989 július.
- [2] Milos, L.: Taiera termica, Ed. T. Timosoara, 1995.
- [3] Mitelea, I.: Materiale si tratamente termice pentru structuri sudate-indreptar tehnic, Ed. U. T. Timosoara, 1993.
- [4] Mosavi, R. K.: Comparing laser and water jet outling, Laser and Optronics, 1987 július.

## Hibaigazítás

- 1995/3. szám
- 43. oldal.  
Bautech Kft. Tel.: 52/348-98  
helyesen: 52/348-980  
Szintézis Kft.  
Tel.: 63/341-140, Autótel.: 60/354-937  
helyesen: Tel.: 62/341-140,  
Autótel.: 60/354-827
- 52. oldal.  
A Filmer hegesztőgépek  
helyesen: FIMER hegesztőgépek,  
9. sorban: üresjáratú feszültség  
helyesen: üresjáratú feszültség,  
20. sorban: hegesztési minőség  
helyesen: hegesztőanyag minőség

# LINDE GÁZ Magyarország Rt.

Műszaki gázok

## Linde-szolgáltatás ország

### Értékesítési centrumaink:

1097 Budapest, Illatos út 9-11.

1/282-9278

1/282-9282

3702 Kazincbarcika, Bolyai tér 1-4.

48/313-622

9653 Répcelak, Carl von Linde út 1.

94/324-207

### Telephelyeink:

2400 Dunaújváros, Vasmű tér 1.

25/383-541

3540 Miskolc, Puskin u. 33.

46/379-015

### Lerakataink:

8403 Ajka, Felsőcsingeri út 6.

88/311-424

2660 Balassagyarmat, Szügyi út 63.

35/310-540

8638 Balatonlelle, MAORT telep 2.

85/350-233

4060 Balmazújváros, Bolyai út 2.

52/370-151

5602 Békéscsaba, Szabolcs u. 2.

66/328-017

1211 Budapest, Gyepsor u. 1.

1/276-0169

1106 Budapest, Keresztúri út 202.

1/260-6028

1134 Budapest, Dózsa Gy. u. 120.

1/140-3130

2700 Cegléd, Rákóczi út 72.

53/316-541

(Vízutató teleph.)

9300 Csorna, Soproni u. 119.

96/261-311

4000 Debrecen, Acsádi út 113.

52/445-790

7200 Dombóvár, Erdősor u. 26.

74/365-928

2344 Dömsöd, Hold u. 1274/1.

60/349-200

3300 Eger, Galagonyás u. 50.

36/321-883

2500 Esztergom, Felszabadulás u.

33/312-359

2030 Érd, Duna u.

60/334-504

8460 Fonyód, Gáz út 21.

60/322-929

3390 Füzesabony, Hunyadi út 4.

85/361-233

2100 Gödöllő, Haraszi út

36/341-931

5502 Gyomaendrőd, Lábás u. 10.

60/343-434

3200 Gyöngyös, Karácsondi u. 15.

66/386-764

9027 Győr, Mészáros L. u. 8.

37/313-193

5700 Gyula, Henyei M. u. 17.

96/310-428

4220 Hajdúböszörmény, Bánság tér 1.

96/311-500

4200 Hajdúszoboszló, Szováti út 49.

66/361-144

4080 Hajdúnánás, Kiss Ernő u. 6/b.

52/371-238

3000 Hatvan, Rákóczi út

52/363-011

6801 Hódmezővásárhely, Erzsébet u.

52/381-969

5131 Jászapáti, Régi téglagyár

60/343-096

6300 Kalocsa, Bem Apó u. 21.

37/342-328

7400 Kaposvár, Jutai u. 41.

62/341-699

6000 Kecskemét, Kodály tér 7.

60/386-881

82/320-949

76/320-130



## Különböző műszaki gázkeverékek

### Szolgál

Kiváló

Tiszta, víztelenített

Speciális

Palackok

Házhoz

Tartály

Szakta

# ok vevőközelben szerte



8360 Keszthely, Zsidi u. 1. 83/312-863  
7300 Komló, Altáró u. 8. Pf: 19 72/482-041  
5440 Kunszentmárton, Tiszakürti u. 6. 56/461-240  
56/461-063

8960 Lenti, Petőfi u. 33. 92/351-007  
92/351-015  
62/413-366

6900 Makó, Báránysor sor 22. 68/381-258  
8700 Marcali, Kossuth L. út 53-55.  
5800 Mezőkovácsháza, Árpád út 100/a  
3400 Mezőkövesd, Eper u. 55. 60/386-129  
5400 Mezőtúr, Diófa út 34. 60/387-769

3501 Miskolc, Írisz út 4. 46/357-580  
7700 Mohács, Vasútállomás 69/311-440  
69/322-655  
2200 Monor, Gép u. 1. 29/411-445  
9200 Mosonmagyaróvár, Vasútállomás 96/216-312

7500 Nagyatád, Kiszely u. 82/352-345  
(Gázcsere telep) 93/312-038  
8800 Nagykanizsa, Csengeri út 42/491-055  
4405 Nyíregyháza, Pásztor u. 8. 68/311-221  
5900 Orosháza, Csorvási köz 4. 48/471-344  
3600 Ózd, Nemzetőr u. 13. 32/360-011  
3060 Pásztó, Fő u. 147. 72/314-825  
7601 Pécs, Indóház tér 6. 72/315-166

3100 Salgótarján, Rákóczi u. 247. 32/310-800  
3950 Sárospatak, Vásárhelyi u. 2. 47/323-617  
3980 Sátorajlajújhely, MÁV ÁLLOMÁS 47/321-525  
8600 Siófok, Bajcsy-Zs. u. 214. 84/311-229  
9400 Sopron, Somfalvi út 99/314-296  
6728 Szeged, Dorozsmai út 5-7. 62/421-011  
62/326-438  
60/363-591

7100 Szekszárd, Bródy S. u. 3. 22/312-628  
8000 Székesfehérvár, Börgöndi út 14. MÁV 56/424-076  
5000 Szolnok, Mester út 35. 94/312-038  
9700 Szombathely, Pálya u. 1. 34/382-881  
2890 Tata, Hollósi u. 1. 59/352-516  
5350 Tiszafüred, Igari út 51. 76/341-033  
6061 Tiszakécske, Dózsa telep 71. 76/341-041

2600 Vác, Ipartelep 30/345-068  
8100 Várpalota, Pacsirta u. 10. 88/371-583  
8200 Veszprém, Házgyári út 5. 88/425-066/58  
8900 Zalaegerszeg, Zrínyi u. 87. 92/311-689  
8790 Zalaszentgrót, Május 1 út 17. 83/360-097  
4625 Záhony, Vasút u. 45/360-259

## és orvosi gázok, ljes választéka

### tásaink:

inőség  
száraz gázpalackok  
eleptömítés  
érbeadása  
zállítás  
lepipítés  
csadás



# MAGYAR HEGESZTŐMINŐSÍTŐ TESTÜLET

HUNGARIAN BOARD FOR WELDING QUALIFICATION



Operatív szervezete: MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI EGYESÜLÉS  
It's operative organization: HUNGARIAN ASSOCIATION OF WELDING TECHNOLOGY

## HEGESZTŐI MINŐSÍTÉSI BIZONYÍTVÁNY

Welder Approval Test Certificate



Schweißer-Prüfbescheinigung



TÜV Rheinland e. V.

### HEGESZTŐK MINŐSÍTÉSE az EN-287 szerint:

1. A vállalkozás által adott gyártói hegesztési utasítás (WPS) alapján;
2. Az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet által jóváhagyott eljárásvizsgálattal igazolt gyártói hegesztési utasítás (WPS) alapján (üzemalkalmassági tanúsítás során vagy ettől függetlenül);
3. Az Országos Atomenergetikai Hivatal Nukleáris Felügyelet által jóváhagyott gyártói hegesztési utasítás (WPS) alapján, nukleáris ismeretekkel bővített minősítéssel;
4. A TÜV Rheinland Hungária Kft. vagy a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés által szervezett és bonyolított AD Merkblatt szerinti német-magyar együttes minősítés két bizonyítvány (külön német és külön magyar) kiadásával.

A minősítésekre való jelentkezés és a minősítések bonyolítása:

|                                                               |                           |                        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés (Budapest)                | Papp Lászlóné             | ☎: 183-5268            |
| ADU Csepel Okt. és Szolg. Kft. (Budapest)                     | Czető Béla                | ☎: 276-3111            |
| Andrássy Gy. Műszaki Középiskola (Miskolc)                    | Arnóczy László            | ☎: 46/412-444          |
| Aprítógépgyár (Jászberény)                                    | Katona Antal              | ☎: 57/412-355          |
| ARCHI KOMPLEX Kft. (Budapest)                                 | Sulyok József             | ☎: 161-1113            |
| ASG Gépgyártó Kft. (Tatabánya)                                | Nagy László               | ☎: 34/316-822          |
| BAKONY Művek Rt. Oktatási Központ (Veszprém)                  | Bartha Gábor              | ☎: 88/424-022          |
| BAUSTUDIUM Kft. (Szeged)                                      | Vér Sándor                | ☎: 62/361-483          |
| CSŐSZER Rt. (Budapest)                                        | Bácskai István            | ☎: 262-4290            |
| CSÚCS 91 Kft. (Budapest)                                      | Deutsch György            | ☎: 277-0512            |
| Debreceni Reg. M. erőfej. Kp. (Debrecen)                      | Vizi Sándor               | ☎: 52/311-645          |
| DKG-EAST Rt. (Nagykanizsa)                                    | Lendvai László            | ☎: 93/310-132          |
| DUNAFERR Humán Int. (Dunaújváros)                             | Bárkányi Sándor           | ☎: 25/381-679, 382-632 |
| Eötvös Loránd Műszaki Középiskola (Kaposvár)                  | Huszár Dezső              | ☎: 82/419-246          |
| ERŐKAR Rt. (Budapest)                                         | Horváth Istvánné          | ☎: 252-1222            |
| ÉRÁK(Miskolc)                                                 | Robotka Róbert            | ☎: 46/470-432          |
| EUROSCHULE Kft. (Kazincbarcika)                               | Pongrácz András           | ☎: 48/311-422/89       |
| GANZ Ansaldo Rt. (Szolnok)                                    | Csinger Gyula             | ☎: 56/426-222          |
| GATE Mezőgazd. Főiskola (Nyíregyháza)                         | Dr. Rónai Tibor           | ☎: 42/313-411          |
| Gábor Áron Ipari Szakképző Iskola (Ózd)                       | Vincze István             | ☎: 48/473-211          |
| Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola (Kecskemét)       | Fazekasné Dr. Berta Márta | ☎: 76/481-291          |
| Gépészeti és Szám.tech. Szakközépisk. (Békéscsaba)            | Timár Károly              | ☎: 66/321-146          |
| GYAÉV Szakképzési Kft. (Győr)                                 | Szabó Zoltán              | ☎: 96/415-864          |
| HÁÉV Okt. oszt. (Debrecen)                                    | Dr. Varga Ferenc          | ☎: 52/415-155/80       |
| INTERBAZIS Kft. (Tiszaújváros)                                | Kiss József               | ☎: 49/348-749          |
| Ipari Technológiai Centrum Kft. (Budapest)                    | Hoffmann Sándor           | ☎: 163-3687            |
| Jendrassik Gy. Műszaki Szakközép Isk. (Szolnok)               | Gúth Ferenc               | ☎: 56/425-844          |
| 516. sz. Ipari Szakm. képző Int. és Szakközép Isk. (Dombóvár) | Vida János                | ☎: 74/365-725          |
| József A. Művelődési Központ (Budapest)                       | Kiss Gusztávné            | ☎: 120-3843            |
| Kőolajvezeték Építő Rt. (Siófok)                              | Dr. Fehér József          | ☎: 84/312-311          |
| MÁV Gépészeti Ig. (Budapest)                                  | Bollog József             | ☎: 1890-776            |
| Mátrai Erőmű Rt. (Visonta)                                    | Benus Ferenc              | ☎: 37/328-001          |
| MOL Rt. (Százhalombatta)                                      | Nyers Ferenc              | ☎: 23/353-323          |
| ME Dunaújv. Főiskolai Kar (Dunaújváros)                       | Fülöp Zsoltné             | ☎: 25/310-811          |
| MONTEX GYGV Rt. (Székesfehérvár)                              | Orosz Béla                | ☎: 112-7848/306        |
| OILTECH Kft. (Bázakerettye)                                   | Török Gyula               | ☎: 93/348-001/559      |
| Pécsi Regionális Munkaerőfejlesztő és Képző Kp. (Pécs)        | Nagy Mélykúti Károly      | ☎: 72/327-399          |
| RÁBA Rt.(Győr)                                                | Varga György              | ☎: 96/412-111/1991     |
| R & M GYGV Kft.                                               | Koncz István              | ☎: 49/322-523          |
| Salgótarjáni Vegyip. Gépgyár Kft. (Salgótarján)               | Holecz László             | ☎: 32/317-522/114      |
| Stromfeld A. Műszaki Szakközép (Salgótarján)                  | Angyal László             | ☎: 32/311-044          |
| Szily K. Műszaki Szakközép és Szakm.képző Isk. (Budapest)     | Lódy Elemér               | ☎: 280-6382            |
| Szakmai Tov.képző, Átképző és Váll.tám. Rt. (Budapest)        | Vásárhelyi Béla           | ☎: 215-7651            |
| Táncsics M. Ipari Szakközép (Veszprém)                        | Tőreki József             | ☎: 88/320-066          |
| TIGÉP Tiszakécskei Gépgyár Kft. (Tiszakécske)                 | Varga László              | ☎: 76/341-133          |
| TGM Transelektro Kft. (Kiskunfélegyháza)                      | Csányi Miklós             | ☎: 76/361-222          |
| Trefort Ágoston Vill. és Fémipari Szakképző Isk. (Békéscsaba) | Kovács Márton             | ☎: 66/444-511          |
| TÜV Rheinland Hungária Kft. (Szekszárd)                       | Arany János               | ☎: 74/311-933          |
| TÜV Rheinland Hungária Kft. (Kazincbarcika)                   | Király Bálint             | ☎: 48/311-422          |
| VEGYÉPSZER Rt. (Budapest)                                     | Muri Tihamér              | ☎: 169-6999            |

Kód: 10

Csikós Gábor\*, Dr. Havas István\*, Hollósnyé Szabó Andrea\*, Dr. Friedrich Loibnegger\*\*

\*BME, Budapest \*\*Technische Universität, Wien

# Hegesztéstechnológiai kísérletek és tapasztalatok termomechanikusan alakított acélok védőgázos ívhegesztésénél

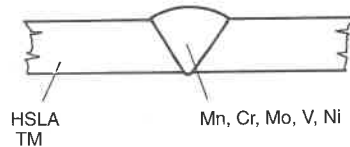
A növelt folyáshatárú termomechanikusan alakított acélok hegeszthetőségi vizsgálatai és keverék védőgázos fagyóelektródás ívhegesztése témakörében több éve együttműködik a BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkeztetési Intézete és a TU Wien Technische Versuchs- und Forschungsanstalt, a VOEST ALPINE STAHL LINZ és a Böhler Schweißtechnik támogatásával. A közlemény célja a kutatási együttműködés eddigi eredményeinek összefoglalása és a tapasztalatok megismertetése a hazai felhasználókkal. A kísérletekről és a vizsgálati eredmények egy részéről a Hegesztéstechnika korábbi számaiban már beszámoltunk.

Ma növelt szilárdságú hegeszthető szerkezeti acélon a  $355 \text{ N/mm}^2$ -nél nagyobb folyáshatárú acélokat értjük, ahol a folyáshatár értéke akár  $960 \text{ N/mm}^2$  is lehet. Ez az igen széles intervallum természetesen több szilárdsági kategóriát jelent, hiszen a szilárdságnövelő mechanizmusok különféle változatait kell bevetni az ilyen nagy értékek eléréséhez úgy, hogy közben a kellő szívósságot is biztosítsuk. Az eltérő szilárdságnövelő módszerek részben eltérő megoldásokat követelnek a hegesztéstechnológia szempontjából. Alapvetően két területre kell figyelmet fordítani. Az első, hogy a hőhatásövezetben meg kell őrizni az alapanyag szilárdságát, meg kell gátolni a kilágylást, illetve biztosítani kell az előírt szívósságot. A második, hogy a varratfémbe elő kell állítani a szükséges szilárdságot és szívósságot. Ezeknél az alapanyagoknál – bár különböző úton, de minden esetben a szemcses-finomítás az a módszer, mely a kedvező tulajdonságokat biztosítja. A hőhatásövezetben a finomszemcsés, perlit-szegény szövetszerkezet megtartása a cél – a lehetőségek határain belül –, míg a varratban olyan kémiai összetételű varratfém előállítása, mely a rétegek egymást áthőkezelő hatásával együttesen az alapanyagéhoz hasonló tulajdonságokat eredményez.

Az acélok igen változatos típusai és a megoldások sokfélesége miatt a fenti célok megvalósításához általános elvek ugyan léteznek, általános megoldások azonban nem (1. ábra). Kutatási programunk célja különböző típusú acélok alapanyag vizsgálatával és hegesztéstechnológiai kísérletekkel

- megvizsgálni a hegesztési hőfolyamat hatását az alapanyag tulajdonságaira és megállapítani, hogy hol vannak azok a határok, melyek a feldolgozhatóság esetleges korlátait jelentik;
- megfelelő minőségű, megbízhatóan reprodukálható hegesztett kötések készítése;
- megállapítani, hogy milyen kritériumokat kell a kötésekkel szemben állítani.

|               |   |                                                                                                                  |
|---------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALAPANYAG     | → | tulajdonságok<br>finomszemcsés szerkezet                                                                         |
| HŐHATÁSÖVEZET | → | szemcsedurvulás<br>megakadályozása                                                                               |
| VARRATFÉM     | → | öntött szerkezet<br>tulajdonságok előállítása<br>más módszerrel<br>magasabb ötvöztetés<br>áthőkezelt varratsorok |



1. ábra: Hegesztett kötés elkészítésének főbb szempontjai

Ennek érdekében széles körű alapanyag vizsgálatokat, illetve  $s=20 \text{ mm}$  vastagságú X80 TM és  $s=15 \text{ mm}$  vastagságú, QStE690 TM jelű acéllemezekkel gépesített, keverék védőgázos fagyóelektródás ívhegesztéssel egyoldali V-köteket készítettünk. A hegesztésnél célul tűztük ki a termelékenységet és a gazdaságosságot, ezért előmelegítés nélkül, viszonylag nagy, ugyanakkor ellenőrzött hőbevitellel dolgoztunk. [1]

## Alapanyag vizsgálatok

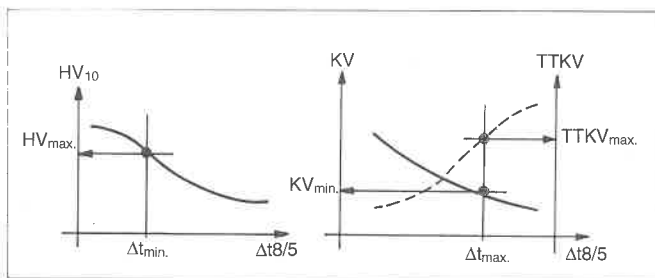
Az alapanyag tulajdonságait befolyásoló tényezők tényleges hatását újrakristályosító, szemcsedurvító hőkezeléssel ellenőriztük. Különböző modellezett hőfolyammal megpróbáltuk az eredeti finomszemcsés szövetszerkezetet (13-as szemcsenagyság) eldurvítani. Kísérleteink során számottevő szemcsedurvulást nem sikerült előállítani. Kísérleteket végeztünk előzetesen alakított (hajlított) lemezeken is. Ezekben az esetekben – az alakítás mértékétől függően – szemcsedurvulás jelentkezett, esetenként jelentős mértékben. Ez a jelenség a hajlított elemeket tartalmazó hegesztett szerkezetek gyártásánál szükséges fokozott elővigyázatosságra hívja fel a figyelmet.

Hernyóvarratos vizsgálatokkal ellenőriztük, hogy a hőbevitel függvényében milyen méretű hőhatásövezet alakul ki. Ezzel együtt választ kaptunk arra is, milyen szövetszerkezetek alakulnak ki különböző hőbevitel során. Minderre a varratfelépítés tervezése és a varratsorok

elrendezése miatt volt szükség. Ezzel tudtuk meghatározni, hogy a kialakult varratsornak milyen a keresztmetszete és képes-e az alatta levő réteget áthőkezelní. A hőbevitel 5–22 kJ/cm tartományban volt. Az alapanyagot a hernyóvarratos vizsgálathoz részben előmelegítettük 20–270 °C tartományban, így meghatározhattuk a varrat-sorok közbelső hőmérsékletéhez tartozó paramétereket is. Természetesen az alapanyagokon széles körű hagyományos mechanikai, törési, törésmechanikai és fásztó-vizsgálatokat is végeztünk azért, hogy a hegesztett kötésekben mért eredmények értékeléséhez megfelelő információval rendelkezünk.

## Hegesztési technológia

A technológia meghatározásához irodalmi adatokat, illetve a DVS Merkblatt 0916/1984 ajánlásait is felhasználtuk (2. ábra). Végigszámoltuk ezzel párhuzamosan a hagyományos (többek között az IIW egyes dokumentumaiban és az MSZ 6280 függelékében található) módszerekkel is a hőbevitel meghatározás menetét. Ezek a számítások azonban elsősorban egyfajta összehasonlításként szolgáltak, valójában nem használtuk fel azokat.



2. ábra: Hőbevitelből adódó lehűlési idő korlátok TM acélnál

A hegesztett kötések ellenőrzött hőbevitellel készítettük, varratsorokként regisztrált közbelső hőmérséklettel. A kötésekhez X90-IG, illetve X70-IG jelű huzalokat, valamint Corgon 18 védőgázt használtunk. [2], [3]

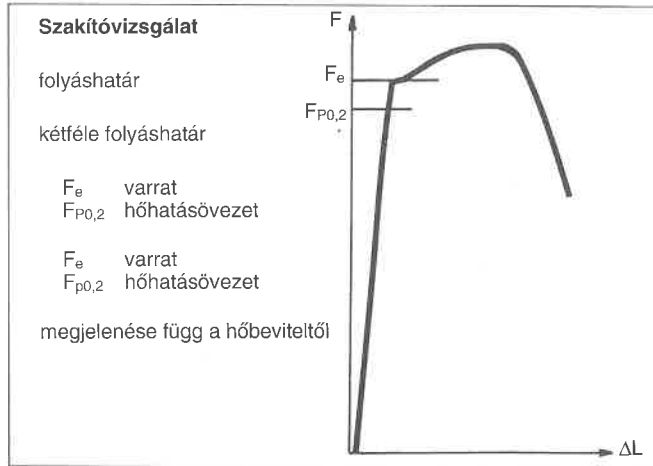
## Kötésvizsgálatok

A hegesztett kötésekben az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- szakítóvizsgálat,
- hajlítózvizsgálat,
- keménységmérés,
- szövetszerkezeti vizsgálat,
- ütvehajlító vizsgálat,
- fajlagos törési munka és bemetszés kinyílás (NOD) meghatározása bemetszett próbatesteken,
- statikus és dinamikus törésmechanikai (COD, J integrál) vizsgálatok,
- fáradásos repedésterjedési vizsgálat.

A hagyományos vizsgálatok gyakorlatilag egy – a szokásosnál kissé szélesebb körű – technológia vizsgálatot jelentettek. Ezekkel kapcsolatban három tapasztalatot emelünk ki.

A szilárdsági mérőszámok meghatározásakor (szakítóvizsgálatnál) bizonyos esetekben a 3. ábra szerinti szakítódigramot kaptuk. A görbe jellegzetessége, hogy két folyáshatár állapítható meg, egy alacsonyabb  $R_{p0,2}$  és egy magasabb  $R_e$  értékben. Az  $R_{p0,2}$  értéket a hőhatásövezet „szolgáltatja”, míg az  $R_e$  értéke a varrathoz kapcsolódik. E jelenség létezése a hőbevitel függvénye volt, és nyilvánvalóan az alapanyagban, illetve varratban eltérő módszerrel biztosított szilárdsági kategória következménye.



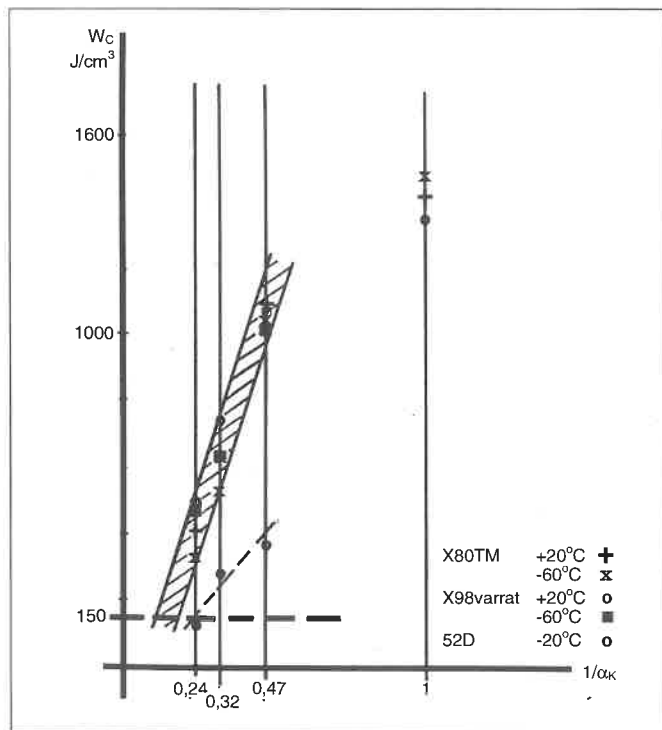
3. ábra: Hegesztett kötés szakítódigramja (15 kJ/cm hőbevitel)

Az ütvehajlító vizsgálatnál teljes hőfoktartományra kiterjedő ellenőrzést végeztünk (+20 ... –70 °C). Az összehasonlítás alapja minden esetben a teljes görbe jellege volt, átmeneti hőmérsékletet nem határoztunk meg, tekintettel az ezt kijelölő minimálisan megkövetelt energiaszint egyértelműen még el nem fogadott értékére.

A kisebb hőbevitelű kötésekben a kisebb varratkeresztmetszet, a több varratsor, az egyoldali hegesztés érezhetően nagyobb maradó belső feszültségeket hozott létre. Végeztünk többretegű belső feszültség és alakváltozás összefüggést meghatározó vizsgálatokat, azonban az előkészítés pontosságának szem előtt tartása ugyan a geometriai hibák (elhúzóadások) kiküszöbölését jelentheti, de a belső feszültségeket nem szünteti meg.

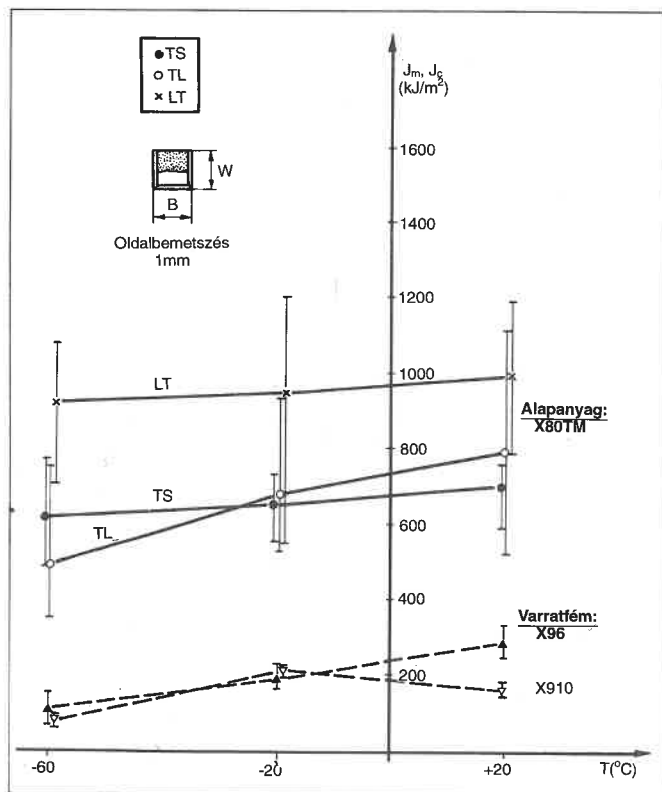
A hagyományos vizsgálatok eredményeként 150 °C közbelső hőmérséklet tartása volt indokolt. A további vizsgálatokhoz ilyen technológiával készítettünk hegesztett kötések.

Mivel a teljes körű eljárásvizsgálat megfelelő eredményt hozott, további törési, törésmechanikai és fásztó vizsgálatokat végeztünk. Ezzel az alapanyag és a varrat tulajdonságainak ellenőrzése és összehasonlítása volt a célunk, mivel a kötésnek e részei a már ismertetett okból eltérő elven biztosítják az adott szilárdsági kategóriát. Bemetszett szakító próbatesteken a törési munka meghatározásával arra kerestünk választ, hogy mekkora az a feszültség-koncentráció, ahol a ridegtörés veszélye megjelenik. A 4. ábrán láthatók az alapanyagban és a varratban mért értékek a feszültség-koncentrációs tényező reciprokának függvényében. Korábbi tanszéki vizsgálatok azt mutatták, hogy 150 J/cm<sup>3</sup> az a minimális törési munka érték, amelynél még nem kell ridegtöréssel számolni. Ez a mi esetünkben alkalmazott legélesebb ( $R=0,1$  mm lekerekítési sugarú) bemetszésnél sem jelentkezett. Összehasonlításként ábrázoltuk egy széles körben használt 52D jelű acél vonatkozó értékeit is. Következtetesként levonhatjuk, hogy csak igen éles, repedés jellegű bemetszésnél várható instabil repedésterjedés. Ennek ellenőrzésére statikus és dinamikus törésmechanikai vizsgálatokat végeztünk előrepesztett, oldalbemetszett 3PB próbatesteken. Az 5. ábra a statikus, a 6. ábra a dinamikus vizsgálatok eredményeiből a J integrál értékeit mutatja. Mindkét esetben látható, hogy a varratfém számszerű értékei lényegesen alacsonyabbak, mint az alapanyagé, mely az eltérő szövetszerkezet és a varrat magasabb ötvözettségével függ össze. Ugyanakkor statikus módszerrel egyáltalán nem sikerült instabil repedésterjedést előidézni, dinamikus módszerrel is csak –80 °C vizsgálati hőmérsékleten tapasztaltuk ezt a jelenséget.

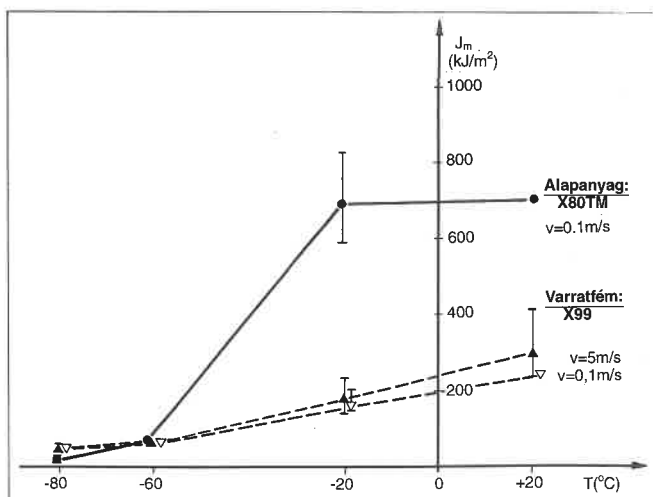


4. ábra: Bemetszett szakító próbatetek törési munkája

A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszékén Lukács János végezte el az alapanyag és a hegesztett kötés fáradásos repedésterjedési vizsgálatát CT és 3PB próbák felhasználásával. A vizsgálatokat az alapanyagban különböző orientációjú, illetve a hegesztett kötésben más-más helyeken készített bemetszéseket (hőhatásövezet, varrat, korona- és gyökoldal) tartalmazó próbatetekben végezte, és arra a következtetésre jutott, hogy a fáradásos repedésterjedéssel szembeni ellenállás a hegesztett kötés különböző övezeteiben közel azonos.



5. ábra: Statikus törésmechanikai vizsgálatok eredményei



6. ábra: Dinamikus törésmechanikai vizsgálatok eredményei

## Összefoglalás

Az eddigi eredmények alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Előzetes tapasztalatok hiányában ilyen típusú acélok hegesztéséhez a hagyományos technológiai paraméter és hőbevitel meghatározás egyfajta közelítést jelenthet, de semmiképpen nem pótolja a konkrét acéllal végzett hegesztéstechnológiai kísérletet.
- A termomechanikus alakítással létrehozott nagy szilárdságot és jó szívósságot biztosító finomszemcsés szövetszerkezet szemcsedurvulása megelőzhető; az előzetes alakítás mértékének figyelembevételével a hőhatásövezetben a szemcsedurvulás uralható.
- A hegesztési technológia kidolgozása során a lehűlési idő alsó és felső határértékére figyelemmel kell lenni. Ez általában az eddig megszokottnál kisebb hőbevitelt és viszonylag nagy hegesztési sebességet jelent. Ezzel együtt megnő az előírt technológia betartásának, a technológiai fegyelem szerepe.
- A varratfém szilárdsága és szívóssága Ni ötvöztetssel huzallal, a megfelelő hőbevitellel és közbelső hőmérséklettel biztosítható.

Ez a kutatási program az OMFB Tudományos és Technológiai Együttműködés A18 projekt támogatásával folyik.

## Irodalomjegyzék

1. Hollósné Sz. A., Csikós G.: Termomechanikusan kezelt X80 TM jelű acél hegesztése. Hegesztéstechnika 93/1 4. évf. 1. szám 7–10. old.
2. Hollósné Sz. A., Csikós G.: Növelt szilárdságú, finomszemcsés acél hegesztett kötéseinek vizsgálata. Hegesztéstechnika 94/1 5. évf. 1. szám 27–33. old.
3. Hollósné Sz. A., Gyura L., Csikós G.: Hőmérsékletmérés acélok hegesztésénél. Anyagvizsgálók Lapja 1994/2 4. évf. 2. sz. 49–50. old.
4. Csikós G., Havas I.: Növelt folyáshatárú acélon végzett törési vizsgálatok. V. Törésmechanikai Szeminárium 1995. Miskolc

E közlemény alapját képező előadás a BME-n, a „Növelt folyáshatárú acélok fogyóelektródás védőgázos ívhegesztése” című szimpóziumon hangzott el.

## HEGESZTÉSTECHNIKAI TERMÉKET GYÁRTÓ ÉS ÉRTÉKESÍTŐ KFT.

H-1204 Budapest,  
Nagysándor J. u. 69.  
Telefon: (00) 361-283-0096  
Fax: (00) 361-283-1059



**A LINCOLN®  
ELECTRIC**  
**AMERIKAI CÉG  
HIVATALOS  
MAGYARORSZÁGI  
DISZTRIBUTORA**

**CO<sub>2</sub>** gáz- és vízűtéses  
**AWI** gáz- és vízűtéses  
**PLAZMA** sűrített levegős

magyar gyártmányú  
hegesztő-  
és vágópisztolyok minden  
típusú hegesztőgéphez  
legolcsóbban közvetlenül  
a gyártótól.



- ipari hegesztőgépek
- automatikus  
és félautomatikus  
hegesztőkészülékek,  
manipulátorok,  
forgató berendezések
- elektródák
- önvédő porbeles huzalok

### Szaküzletünkben kaphatók:

- autogénteknikai  
felszerelések
- tömlők
- reduktorok
- készletek
- huzalok, elektródák
- védőfelszerelések
- tartozékok

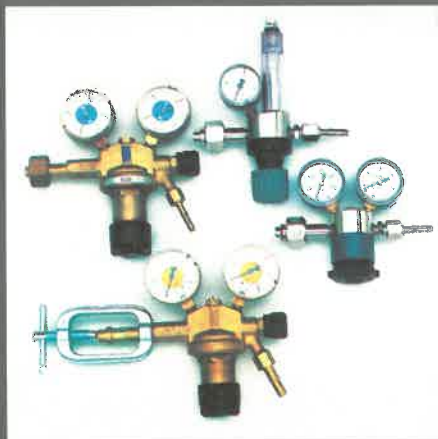


### a világszínvonalú

**LINCOLN®  
ELECTRIC**

### gépeket

meglepően kedvező áron,  
3 év garanciával teljeskörű  
szervíz-szolgáltatással  
forgalmazzuk.



# ÉMI-TÜV BAYERN

## Minőségügyi és Biztonságtechnikai Kft.

2000 Szentendre, Dózsa György út 26.  
Tel.: (26)-315-765 Fax: (26)-315-764

# EURÓPAI MINŐSÉG



Társaságunk - melynek éves forgalma 300 mFt - 140 munkatársa kiemelkedő szaktudásával áll az Önök rendelkezésére az alábbi szakterületeken:

- kórházi létesítmények és kórháztechnikai eszközök vizsgálata, a kórházak működésének átvilágítása
- EN ISO 9000-es szabványsorozat szerint nemzetközi minőségtanúsítvány
- minőségügyi és szakmai oktatás, képzés a TÜV Akadémia keretein belül,
- vállalatok üzemalkalmassági vizsgálata és minősítése az AD-HPO, TRD-201, és AD-WO, TRD-100 előírásai szerint.
- kazánok, nyomástartó edények, gázpalackok vizsgálata TRD, TRB, TRG és TRR előírások alapján
- hegesztők minősítő vizsgálata az EN-287, valamint az AD-HP3 előírások szerint,
- alapanyagok és félkésztermékek vizsgálata és bizonylatolása az AD-W sorozatnak megfelelően,
- eljárásvizsgálatok lefolytatása, ellenőrzése és engedélyezése az EN 288, valamint a HP2 /1, TRD-201. előírásai szerint,
- felvonók, építő-, emelő-, és anyagmozgató gépek, mutatóványos berendezések szakértői vizsgálata hatósági jóváhagyáshoz,
- acélszerkezetek és csőhálózatok varratainak, vasbeton szerkezetek, valamint műanyagok kötéseinek radiografiai vizsgálata
- talajok tömörítettségének helyszíni radiometrikus és laboratoriumi proctor vizsgálata
- dinamikus és statikus szerkezetvizsgálatok,
- TÜV PRODUCT SERVICE vizsgálatok, biztonságtechnikailag megfelelő termékek forgalmazása érdekében (GS jel megadása.)
- épületgépészeti rendszerek és berendezések (központi fűtés, vízellátás, csatornázás, lég- és klimatechnikai, épületvillamosság), építőipari, alkalmassági vizsgálatok, szakértői feladatok, műszaki fejlesztést megalapozó vizsgálatok végzése

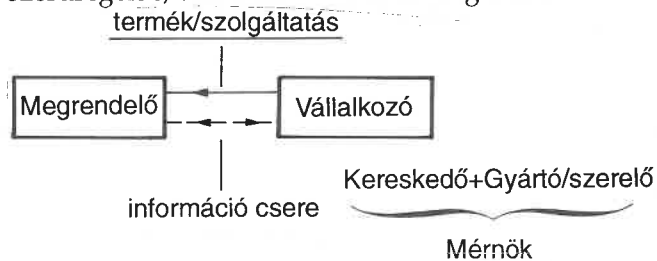
A fentiekén túlmenően a TÜV Bayern Sachsen e.V több ezer szakértője által átfogja a gazdasági élet egész területét, így esetleg egyedi igények esetén társaságunkon keresztül ők is ügyfeleink rendelkezésére állnak.

Brenner András (GANZ-TRANSZELEKTRO Kazán- és Darugyártó Rt. Budapest)

# Piacgazdaság és a mérnöki etika

**Mottó: „Vagy jól eszik az ember, vagy nyugodtan alszik” (népi bölcsesség)**

A **piacgazdaság** – mostani vizsgálódásom szerint – lényeges része a **vállalkozás**, amelynek az értéktermelő folyamatában alapvető szerepe van a **mérnöknek** (1. ábra). Ekként a mérnöki hivatás körében uralkodó magatartásbeli szabályok összessége, a társadalmi viszonyok és tudat sajátos formája, a **mérnöki etika** befolyásolja a piacgazdaságot. Felfogásom szerint, tehát a mérnöki etika a történelmi események egyik fontos tényezője, a kettő kapcsolatának a minél pontosabb megismerése valamennyiünk érdeke. Ezért próbáljunk meg behatolni az összefüggés mélyebb saját-szerűségeibe, elsősorban műszaki megközelítéssel.



1. ábra. A piacgazdaság modellje (Közgazda, Jogász stb.)

A vállalkozás a vállalat szervezeti kerete, amelyben az emberek tevékenysége a megrendelők igényeit kielégítő szerkezetek **nyereséges** előállítására irányul. A vállalkozás tehát nem baráti viszonyban álló egyedek jóindulatára, hanem a nyereségre épül. Ez pedig ellenérdekeltséget szülhet a folyamat résztvevői között, amit gyakran csak az etika korlátai szabályoznak.

Naív fogalmi társítás lenne persze a „nyereségvágyat” a vállalkozással azonosítani. A vállalkozás filozófiája ennél sokkal árnyaltabb. Legfigyelemremélőbb gondolata, hogy **az egyénnek kötelezettségei vannak a saját tőkéjének növeléséhez fűződő érdekekkel szemben is**. A társadalomtudomány nagy gondolkodói Franklin Benjamin, Max Weber és még többen mások, túl a vállalkozói vakmerőségen egy olyanfajta „üzleti bölcsességet” fogalmaznak meg erről, amelyben **ethosz** nyilvánul meg, amely nem egyszerűen nyereszkeskedő technikát prédikál, hanem sajátos etikát állít fel. Ennek ismeretében kézenfekvő a kérdés: **Hogyan lehet etikusán vállalkozni?** A válasz szemlélítésére szolgáljon egy közismert történet, a fogolydilemma. Ez röviden a következő.

Két embert rablással gyanúsítanak és letartóztatnak. Elítélésükhöz azonban nincs elegendő bizonyíték, szükség van legalább egyikük beismerő vallomására. Hogy ezt kicsikarja, a vizsgálóbíró külön-külön hivatja

magához őket és mindkettőnek a következőket mondja:

- Ha te bevallod a rablást, a társad viszont tagad, akkor téged szabadon bocsátlak, őrá pedig 10 év börtönbüntetést szabok ki.
- Ha ő vall és te tagadsz, akkor őt bocsátom szabadon és te kapsz 10 évet.
- Ha mindketten vallotok, akkor 5–5 évet kaptok.
- Ha egyikőtök se vall, 1–1 évet rátok húzok valamilyen más apróbb ügyből kifolyólag.

A lehetséges döntések eredményeit a 2. ábrán látható mátrixszal mutatom be.

|         |          | Agresszív stratégia Kooperatív stratégia |          |
|---------|----------|------------------------------------------|----------|
|         |          | fogoly<br>vall                           | nem vall |
| fogyoly | vall     | 5/5                                      | 10/0     |
|         | nem vall | 0/10                                     | 1/1      |

M fogoly  
 { M büntetése évben }  
 { V büntetése évben }

2. ábra. A fogoly-dilemma mátrixa

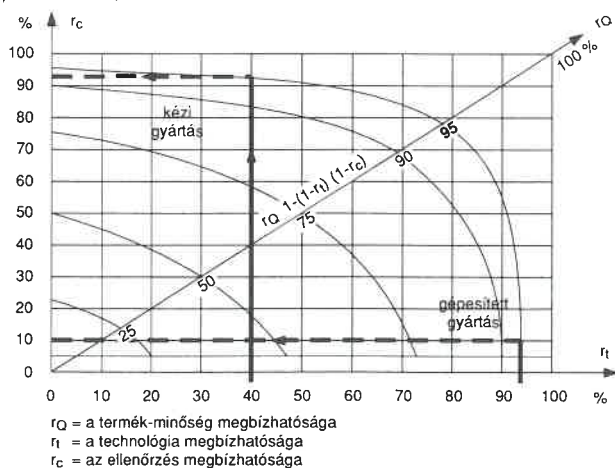
A saját érdek érvényesítésére való törekvés mindkét esetben külön-külön és együttesen is rosszabb eredményre vezet a résztvevők számára, mint az **érdekek egyeztetése**. Ha a felek közül bármelyik is arra törekszik, hogy bebiztosítsa magát a legrosszabb ellen (10 év börtönbüntetést) és vallomást tesz, akkor a másik még akkor is vallomásra kényszerül, ha eredetileg hajlamos lett volna a kooperációra. Következésképpen mindketten 5 évet kapnak.

De vajon helyesen döntöttek-e? Nem! Mert, ha egyikük sem vall, vagyis a másik együttműködésében bízva kockázatot vállal, akkor ketten együtt 8 év szabadságot nyernek és csak 1–1 év büntetést kapnak. Ehhez azonban nem szabad azt gondolnunk, hogy az egyik fél csak a másik rovására nyerhet (a döntésemélet ezt „zéró összegű” játszmának nevezi).

A vállalkozások jellemzően nem zérus összegű játszmák. A Megrendelő és a Vállalkozó információt cserélhet, taktikai engedményeket tehetnek stratégiai célok érdekében és sok egyéb lehetőséggel élve, az

együttműködésben bízva úgynevezett **kooperatív stratégiát** alakíthatnak ki.

Nézzük ennek a működését egy konkrét esetben. Megrendelőnek is, Vállalkozónak is érdeke a **jó minőségű**, megbízható termék. A termék megbízhatósága a technológia és az ellenőrzés függvényében, valószínűségelméleti alapon a 3. ábra szerinti összefüggésből határozható meg. Vagyis egy bizonyos megbízhatóságú termék, többféle módon is előállítható. Például:



3. ábra. A termék minősége ( $Q$ ), a technológia ( $t$ ) és az ellenőrzés ( $c$ ) függvényében

– nagy megbízhatóságú technológiával (magasan gépésített gyártás) és viszonylag kisebb mennyiségű ellenőrzéssel;

– kisebb megbízhatóságú technológiával (kézi műveletekkel végzett gyártás) és fokozott ellenőrzéssel.

Nyilvánvaló, hogy a két eltérő gyártás költsége is különböző lesz, az eredmény azonban ugyanaz (esetünkben 93%-os megbízhatóságú termék). A kooperatív üzleti stratégia lehetőséget teremthet a kevésbé költséges gyártás kiválasztására, és az így képződő többletnyereségen Megrendelő és Vállalkozó megoszthat.

## Összefoglalás

Ha a vállalkozást zérus összegű játszmának tekintjük, szükségszerűen jutunk el az agresszív üzleti magatartáshoz. A kölcsönös bizalomra, a hosszú távú együttműködésre készülve **kooperatív stratégiát** kell kidolgoznunk: informálni kell a partnerünket és információkat kell kérnünk, hogy megismerjük egymás céljait, érdekeit, hogy saját érdekeink érvényesítése mellett lehetőséget adjunk a másik fél érdekérvényesítésére is. **A kooperatív stratégia az etikus vállalkozás biztos alapja lehet.** Kellő körültekintéssel „jót is ehet és nyugodtan is alhat az ember!”

## HEGESZTŐKÉPZÉS

1148 BUDAPEST, FOGARASI ÚT 10–14.  
 POSTACÍM: 1581 BUDAPEST, PF. 29  
 TELEFON: (36 1) 252-3444/272, vagy Q 163-3687  
 TELEFAX: (36 1) 183-7147, TELEX: 22-6263

## ALAPFOKÚ ÉS ÁGAZATI SZAKMUNKÁSKÉPZÉS, VALAMINT MINŐSÍTÉS MSZ EN 287 SZERINT, IGÉNY ESETÉN TÜV KITERJESZTÉSEL,

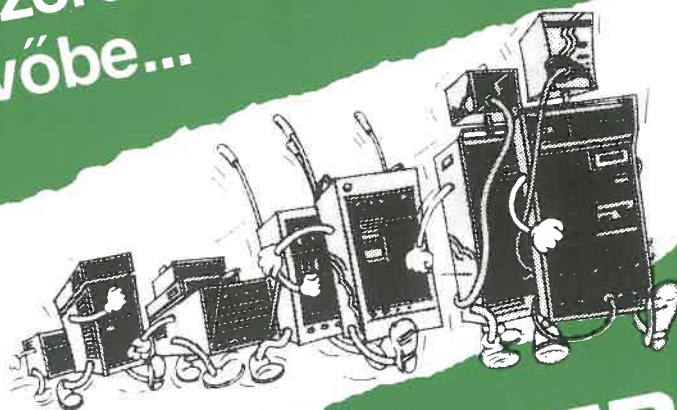
A FELKÉSZÍTÉS FELTÉTELEI ÉS ÁRA megegyezés szerint az igényelt képzéstől, illetve a képesítéstől, vagy a minősítéstől stb. függően.

**SZEMÉLYI FELTÉTEL:** alapfokú képesítéshez 8 általános, szakmunkás képesítéshez, minősítéshez betanított vagy alapfokú hegesztői vagy kapcsolódó szakmunkásbizonyítvány.

## VÁRJUK RÉGI ÉS ÚJ PARTNEREINK MEGBÍZÁSAIT!

IPARI TECHNOLÓGIAI CENTRUM KFT.

Korszerű hegesztéstechnikával  
a jövőbe...



**MIGATRONIC**

H-6000 Kecskemét, Izsáki út 8/a. Telefon/fax: (76) 481-412, (76) 493-243  
Európa egyik vezető hegesztőgépgyártójának magyarországi leányvállalata

## RENDKÍVÜLI AKCIÓ! 25 ÉV = 25 %

A MIGATRONIC 25 éves évfordulója alkalmából  
még 1995-ben megrendelésre kerülő hegesztőgépeink árából  
25 % engedményt biztosítunk.

### JELENLÉGI FORGALMAZÓINK ÉS SZERVIZEINK:

**BAUTECH Kft.**

4032 DEBRECEN, Komlóssy u. 43.

Tel./fax: 52/348-980, Autótel.: 30/433-712

**PROMT Kft.**

7400 KAPOSVÁR, Zalanyi ltp. 18/a

Tel.: 82/321-519, Autótel.: 60/368-346

**SYNERGIC BT.**

6000 KECSKEMÉT, Forrás u. 15/a

Tel.: 76/329-331

**SZINTÉZIS Kft.**

6800 HÓDMEZŐVÁSÁRHELY, Szabadság tér 51.

Tel.: 62/341-140, Autótel.: 60/354-827, Fax: 62/346-019

### TOVÁBBI FORGALMAZÓINK ÉS KÉPVISELŐINK:

**CS & CS Kft.**

1165 BUDAPEST, Veres P. u. 110.

Tel./fax: 1/407-5865, Autótel.: 60/315-208

**HEGESZTÉSTECHNIKA BT.**

3200 GYÖNGYÖS, Városkert u. 7.

Tel.: 37/312-016, Autótel.: 20/410-096

**Heinrich Rezső**

1031 BUDAPEST, Nánási u. 12.

Tel.: 1/180-3441

**Molnár Sándor**

7400 KAPOSVÁR, Csalogány u. 51.

Tel.: 82/321-729

Dr. Kovács Mihály (Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest)

# Utibeszámloló az MHtE által szervezett olaszországi útról

Az MHtE 1995. szeptember 2–9 között 7 napos szakmai tanulmányutat hirdetett meg és szervezett Olaszországba. A tanulmányútra oktatási, illetve továbbképző intézményektől, vállalatoktól jelentkezett összesen 24 fő, akik 6 személygépkocsival indultak el Budapestről szeptember 1-én este, illetve 2-án. A két 12 fős csoport programja ugyanaz volt, azonban azokon nem egyszerre vettek részt, hanem a két csoport egymást váltva.

A velencei városnézés az egyik csoport részére azért volt talán érdekesebb, mivel Velencében minden szeptember első vasárnapján rendezik meg a híres Regatát, amelynek eredete a XIV. század elejére tehető. Célja akkor hadievezés volt, de hamarosan díszes versenyünneppé vált, s ma Velencében a Redentore mellett az egyik legnagyobb látványosság. A Canal Grande erkélyeiről, ablakairól színpompás szőnyegek, a vízre nyíló minden talpalattnyi helyen mezei virágcsokor tarkaságában zsúfolódó embertömeg, a vízben pedig színes öltözköztetésben, történelmi jelmezekben tarkálló evezősök, a gazdagon díszített bárkáikon.

Velencére nem volt elegendő a rendelkezésre álló egy nap, azonban arra alkalmas volt, hogy mindenki számba vegye, mit kell és érdemes megnézni itt, ha majd hosszabb időre vissza tud jönni Európa egyik legkiemelkedőbb művészeti nevezetessége megtekintésére, melynek van magyar vonatkozása is. Talán kevésbé ismeretes pl., hogy az utolsó Árpád-házi magyar király, III. Endre és Velence egyik legnagyobb terének nevét viselő Morosini családból származó Tomasina Morosini és I. Endre magyar király István fia házasságából született.

A Rosolino Mare-ban lévő szállástól kb. 200 km-re délre, közvetlenül a törpeállam, San Marino határában található a Deca hegesztőgép gyár (Címe: DECA s. a. Strada dei Censiti, 10-47031 Rep. San Marino). A cég export menedzsere Maurozio Pasolini tájékoztatta a résztvevőket a cég termékeiről, amellyel – nem titkoltnak – be kíván törni a magyarországi piacra. Ismerve a jelenlegi széles hegesztőgép kínálatot, ez biztos, hogy nem lesz könnyű, mint azt a magyar vendégek külön is hangsúlyozták. Ehhez megfelelő előzetes piackutatást kell végezni, s a nyilván kedvező ár és megbízható minőség mellett gondoskodni kell az alkatrész ellátás-

ról, a szervizelésről stb. A 19 különböző típusjelű váltakozó áramú kézi ívhegesztő áramforrás kínálatukban szerepel a 12 kg-os hobby transzformátor éppúgy, mint a 120 A-es ipari berendezés. A 8 féle hegesztő egyenirányító közül kettő inverteres, a többi hagyományos kialakítású.

A kézi ívhegesztő áramforrások mellett forgalmaznak egy 150 A-es illetve 200 A-es egyen- és váltakozó áramú AWI-kézi ívhegesztő áramforrást, illetve 17 különböző típusú fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztő berendezést.

Kínálatukat színesítik továbbá plazmavágó és ellenállás-ponthegesztő berendezések, hegesztő felszerelések, háztartási, illetve ipari célú akkumulátortöltők, szórópisztolyok, kompresszorok. Az üzem az általuk forgalmazott berendezések egy részét (pl. burkolatok, transzformátor, műanyag alkatrészek, stb.) saját maga állítja elő, meglehetősen rendezett és jól áttekinthető csarnokokban.

Míg a csoport átköltözött San Marinoból a Garda-tó melletti Peschierába, alkalma nyílt a résztvevőknek megnézni Veronában a híres arénát, ahol éppen az Aida díszleteit szállították el a munkások, megállni Padovában és megtekinteni a hét kupolás Szent Antal templomot, melynek síremlékei között van magyar is (egy 1859-ben elhunyt plébánosé). Az 51,4 km hosszú, átlagosan 3-4 km széles és 346 m mély Garda-tó méltán közkedvelt üdülőhelye mind az olaszoknak, mind pedig a külföldieknek.

Nem messze a Garda-tótól Condino városka határában található az ISAF hegesztőhuzal gyártó cég, melynek igazgatója Ermanno Pizzini és a cég mosonmagyaróvári ügyvezető igazgatója, Sielberberg Tamás fogadta a látogatókat. Az ISAF cég Olaszországban az egyik legnagyobb védőgázos és fedett ívű huzalgyártó cég, amelynek magyarországi üze me, az ISAF Hegesztőanyag-gyártó és Kereskedő Kft. (9200 Mosonmagyaróvár, Gabona rakpart 6.) 1992 óta foglalkozik védőgázos hegesztőhuzalok gyártásával. A hazai üzem az 1994-ben előállított 3000 tonnával szemben 1995-ben 4600 tonna huzalt állít elő, mely az ISAF teljes termelésének több mint 10%-a. Az IS 10 (SG 2) és IS 10 S (SG 3) EN 440 (DIN 8559) szabvány szerinti védőgázos hegesztőhuzalok alapanyaga a VOEST ALPINE által előállított kiváló minőségű hengerhuzal, melyet normál tekeréssel, illetve menet-menet melletti tekeréssel is forgalmaznak. A huzalok 0,6...1,6 mm átmérővel készülnek, 5 és 15 kg-os kiszerelésben.

Látogatásunk alatt meggyőződhattünk arról, hogy a három műszakban történő folyamatos gyártás nemcsak a gyártási kapacitás méretét jellemzi, hanem a gyártásközi minőségellenőrzés folyamata szavatolja azt, hogy a huzalok minősége nemcsak az olasz és magyar felhasználók körében, hanem Európa számos országában is elismert és közkedvelt.



Dr. Varga Ferenc (Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Debrecen)

# Útiélmények az MHtE által szervezett skandináviai tanulmányútról

A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés korábbi nagysikerű tanulmányútjai után várakozással tekintettünk ez év nyarára és őszére, hiszen az Egyesülés három utat is meghirdetett a tagvállalatok, valamint a képzés- és képesítő intézmények szakemberei részére a következő célokkal:

1. Skandináv tanulmányút (AGA, ESAB, KEMPPI)
2. Olasz tanulmányút (ISAF, DECA)
3. Amerikai tanulmányút (LINCOLN, MILLER)

A 26 fős skandináv csoport tagjaként valóban kiemelkedő gyártókat látogattunk meg és szereztünk ismereteket a gyártás folyamatáról, kereskedelmi politikájukról és az érdeklődőket fogadó készségükről.

A mozgalmas hét első állomása Svédország, illetve Göteborg, itt is az AGA csoport egyik független üzemének, az AGA-CRYO-nak megtekintése volt, amely közel 40 éves ipari-gáz előállítási gyakorlattal rendelkezik, a világ egyik vezető gyártója a cseppfolyós gázok

- tárolására
- szállítására és
- kezelésére szolgáló berendezéseknek.

A kereskedelmi igazgató rövid ismertetője után megbeszélést folytattunk a hidegalakítással – mintegy 20%-ban – megnövelt szilárdságú ausztenites saválló acéllemezek hegesztési folyamatáról és anyagvizsgálatáról. Ezután az üzemben ismerkedtünk a tartálygyártás gyakorlati lépéseivel és a szigetelés technikájával. A hagyományosnak mondható – AWI és fedettívű hegesztéssel történő – gyártás fontos eleme a gondos előkészítés, a gyártásközi és a végellenőrzés. A minőséget szolgálja az AGA-CRYO-nál az 1992-től működő ISO 9001 szerinti minőségbiztosítási rendszer.

Göteborgban lehetőségünk nyílt a VOLVO céget is meglátogatni. Az információs központ előadótermében a filmvetítéssel kísért bemutató ismertette a VOLVO-csoport elmúlt évi működését. A csoport tagjai

- a személygépkocsi gyártása
- a kamion/szállító jármű gyártása
- a tengeri járműmotor gyártása
- a hagyományos repülőgépmotor gyártása és
- az építőipari berendezések gyártása (50% VOLVO érdekeltség)

területén jelentősen növelték összteljesítményüket az elmúlt években, így 1992-höz viszonyítva 1994-ben az eladás 87,8%-os növekedését alig 25,7%-os létszámnö-



veléssel valósították meg. A személygépkocsik (1994-ben 361 500 eladott példány) gyártását mintegy egy órás, látogatókocsival megtett úton kísérhettük végig, melynek érdekesebb állomásai a karosszéria gyártása (kivágás, mélyhúzás, ponthegeesztés), az összeszerelés és a végellenőrzés voltak.

Utunk egyik legfontosabb célja az ESAB cég volt. BENGT TIVELIUS úr kereskedelmi igazgató (Kelet-Európa, Közel-Kelet és Afrika) gazdag programmal várt bennünket. Rövid üdvözlés után meghallgattuk az ESAB legújabb fejlesztéseiről szóló beszámolót GÖRAN PALMQVIST úrtól. Számomra a legérdekesebb az új fejlesztésű, négygörgős huzaladagoló volt szinergikus változatban (MEK 4 S). („Szinergikus az a vezérlés, amely a folyamatra ható elemek vezérlését úgy valósítja meg, hogy közben azok összhangjáról, azaz együttműködéséről is gondoskodik.” Kristóf Csaba: Hegesztéstechnika, 1994. 2. szám, p 21–22). A beépített 12 program és 4 programozási lehetőség igen széles körű felhasználást biztosít aktív és semleges gáz, illetve ötvözetlen acél, saválló acél, alumínium és portöltetű huzal esetén. Alumínium huzal esetén a kráteröltési funkció is biztosított. A 4,5 méteres kábelhossz – előtoló közbeiktatásával – jelentősen (25 + 4,5 méterre) megnövelhető. Az előadást követően két csoportban – eltérő útvonalon – a gyártás folyamatát tanulmányoztuk, megállapítva, hogy az inverteres technika jelentős térhódítása folyik. A minden darabra kiterjedő gondos végellenőrzés, illetve a kiszállításra váró (becsomagolt) termékekből történő mintavétel és annak teljes körű vizsgálata növeli a termékek iránti bizalmat. A délutáni kötetlen beszélgetésen egyéni kérdések, felhasználói tapasztalatok kerültek megvitatásra – rend-

szerint kiscsoportos formában. Ennek kapcsán kaptuk meg a legújabb (1995-ös évi) termékkatalógust, mely jelentős terjedelemben jó összefoglalását adja a teljes választéknak, nevezetesen:

- a hozaganyagoknak,
- a hegesztőgépeknek,
- a tartozékoknak,
- az automatikus hegesztőberendezéseknek és
- a vágás gépeinek és berendezéseinek.

Utolsó állomásként a KEMPPI cég következett (lásd a fotón) Finnországban. Az 1949-ben alapított családi vállalkozás ma 468 munkatárssal dolgozik. A cég kereskedelmi igazgatója tájékoztatójában külön kiemelte, hogy a teljes létszámon belül 100 fő foglalkozik fejlesztéssel, melyre a teljes (1994-ben 45 000 darab eladott hegesztőgép utáni) árbevétel 6%-át fordítják, mert versenyképességüket csak így tudják megőrizni. A minőségbiztosításhoz az is hozzájárul, hogy 1990-től az ISO 9001 szerinti Minőségi Tanúsítvánnyal rendelkeznek. Az áramforrások hagyományos megoldásai mellett az inverteres technika 1975-től jelen van és növekvő súlyát a gyártócsarnokok megtekintése is bizonyította számunkra. Ezen alapul az új gépcsalád is a KEMPPI PRO, amely optimális hegesztést biztosít minden eljárás esetében.

Összegezve: a kicsit szoros egy hetes program négy állomása megfelelt előzetes várakozásomnak. A gyártási kultúra és az ellenőrzési módszerek megismerése mellett jelenlétünkkel az Egyesülés és magunk személyes kapcsolatait is ápoltuk. Az autóban töltött hosszú órákat jól oldották a sétákkal egybekötött közös városnézések, valamint a két kellemes és egy feledhetetlen hajóút.

## A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara felvételt hirdet az 1996. februárban induló hegesztő szakmérnöki szakra.



BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM  
Gépészmérnöki Kar



A hegesztő szakmérnök képzés célja, hogy a szükséges előképzettséggel rendelkező mérnökök számára a hegesztés és rokoneljárásai területén megfelelő mélységig szakmai és tudományos ismereteket adjon a következő témakörökben:

- anyagtudomány (anyagismeret és hegeszthetőség, anyagvizsgálat)
- hegesztőeljárások és berendezések,
- hegesztett szerkezetek tervezése,
- gyártás és minőségbiztosítás

A képzést az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) akkreditálta, így lehetőség van arra, hogy a képzésben résztvevők az Európai Hegesztő Mérnök címet is megszerezzék.

A képzés négy félév oktatásból és egy félév diplomatervezésből áll.

Egy félév 14 oktatási hét és hetente egy nap – szerdai napokon – van órarendi elfoglaltság.

A képzés önköltséges, a tandíj: 120.000 Ft/félév öt félévre,

az eurómérnöki vizsga díja: 125.000 Ft. Minimális induló létszám: 12 fő.

**A képzésre jelentkezni lehet a BME Gépészmérnöki Kar Dékáni Hivatalában 1996. január 15-ig.**

**Cím: 1111 Budapest XI., Műegyetem rkp. 3. K. ép. I. em. 14.**

**Szakmai kérdésekben érdeklődni lehet**

**a BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézetben  
(1111 Budapest XI., Bertalan Lajos u. 7., illetve a 463-1234 telefonszámon).**

# IPARI HEGESZTŐ ÉS VÁGÓ BERENDEZÉSEK



Cégünk által forgalmazott termékek:

- Hagyományos bevontelektrodás hegesztők 400 A-ig
- MIG/MAG védőgázás 500 A-ig
- AWI AC/DC inverteres 400 A-ig
- AWI, AFI impulzusos gépek 400 A-ig
- Plazmavágók max. 35 mm
- Hegesztési elszívókarok
- Tartozékok

# ELEKTRA BECKUM

ELEKTRA BECKUM NEFRO KFT. 3508 Miskolc, Futó u. 70. Telefon: (46) 366-363, 362-264 Fax: (46) 362-761



**Értesítjük kedves partnereinket, hogy  
1996. 01. 01.-től**

## **BÖHLER KERESKEDELMI KFT.**

**szervezetében és telephelyén folytatjuk tevékenységünket  
továbbra is a megszokott termékválasztékkal:**

**UTP. hegesztőanyagok**

**UTP. fémszóró-berendezések és porok**

**UTP. ezüstforraszkok**

**GLOOR autogénteknikai-,**

**biztonságtechnikai felszerelések**

**Wolframelektrodák, elektródafogók,**

**hegesztőpajzsok, szemüvegek,**

**valamint hegesztőüvegek**

**A további jó együttműködés reményében  
szeretettel várjuk Önöket új címünkön:  
1107 Budapest, Ceglédi út 19.**

**Levélcím: 1476 Budapest, Pf. 44 • Telefon: 260-6482 • Telefax: 263-2725**



# **BÖHLER UTP WELDING**

Sinkovics György (MSZH)

# Szabványosítási hírek

## 1994. JÚLIUS 1-TŐL JÓVÁHAGYOTT, HEGESZTÉSEL KAPCSOLATOS, CEN-SZABVÁNYKIADVÁNYOK

### EN 288-5:1994

Hegesztési utasítás és a hegesztéstechnológia jóváhagyása fémekre.

5. rész: Jóváhagyás jóváhagyott hegesztési hozaganyaggal végzendő ívhegesztésre

### EN 288-6:1994

Hegesztési utasítás és a hegesztéstechnológia jóváhagyása fémekre.

6. rész: Jóváhagyás gyakorlati tapasztalatok alapján

### EN 288-7:1995

Hegesztési utasítás és a hegesztéstechnológia jóváhagyása fémekre.

7. rész: Jóváhagyás szokásos hegesztéstechnológia alapján ívhegesztéshez

### EN 288-8:1995

Hegesztési utasítás és a hegesztéstechnológia jóváhagyása fémekre.

8. rész: Jóváhagyás hegesztett előgyártmány vizsgálata alapján

### EN 439:1994

Hegesztési hozaganyagok. Gázok ívhegesztéshez és lángvágáshoz

### EN 470-1:1995

Védőruha hegesztéshez és hasonló tevékenységhez.

1. rész: Általános követelmények

### EN 499:1994

Hozaganyagok hegesztéshez. Bevont elektródák ötvözetlen és finomszemcsés acélok kézi ívhegesztéséhez

### EN 559:1994

Gázhegesztő berendezés. Gumitömlők hegesztéshez, lángvágáshoz és rokon eljárásaihoz

### EN 560:1994

Gázhegesztő berendezés. Tömlőcsatlakozók gázhegesztő, lángvágó és hasonló berendezésekhez

### EN 561:1994

Gázhegesztő berendezés. Gyorscsatlakozók zárószeleppel gázhegesztő, lángvágó és hasonló berendezésekhez

### EN 562:1994

Gázhegesztő berendezés. Nyomásmérők gázhegesztő, lángvágó és hasonló berendezésekhez

### EN 585:1994

Gázhegesztő berendezés. Nyomásszabályozók gázhegesztő, lángvágó és hasonló berendezésekhez alkalmazott gázpalackokhoz 200 bar-ig

### EN 729-1:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.

1. rész: Kiválasztási és alkalmazási irányelvek

### EN 729-2:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.

2. rész: Teljes körű minőségügyi követelmények

### EN 729-3:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.

3. rész: Általános minőségügyi követelmények

### EN 729-4:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.

4. rész: Alapvető minőségügyi követelmények

### EN 730:1995

Gázhegesztő berendezés. Gázhegesztő, lángvágó és hasonló berendezések. Biztonsági eszközök éghető gázokra és oxigénre vagy sűrített levegőre. Általános előírások, követelmények és vizsgálatok

### EN 731:1995

Gázhegesztő berendezés. Légbeszívásos kézi hegesztőpisztolyok. Előírások és vizsgálatok

### EN 874:1995

Gázhegesztő berendezés. Oxigén/éghető gáz égőfejei (lángvágógép típus) hengeres szárral. Konstrukció, általános előírások és vizsgálati módszerek

### EN 10088-1:1995

Korrózióálló acélok.

1. rész: A korrózióálló acélok jegyzéke

### EN 10088-2:1995

Korrózióálló acélok.

2. rész: Általános rendeltetésű lemez és szalag műszaki állítási feltételei

### EN 10088-3:1995

Korrózióálló acélok.

3. rész: Általános rendeltetésű féltermékek, rudak és szelvények műszaki szállítási feltételei

### EN 22401:1994/AC:1994

Bevont elektródák. A hatékonyság, a fémkihozatal és a leolvadási tényező meghatározása (AC helyesbítés)

### EN ISO 9312:1994

Ellenállás-hegesztő berendezés. Szigetelő csapok elektródátámaszokhoz

### EN ISO 9455-3:1994

Folyasztószerkezetek lágyforrasztáshoz. Vizsgálati módszerek.

3. rész: A savszám meghatározása potenciometres és vizuális titrálásos módszerrel

EN ISO 9455-12:1994

Folyasztószerkezetek lágyforrasztáshoz. Vizsgálati módszerek.  
12. rész: Acélcső korróziós vizsgálata

1994. JÚLIUS 1-TŐL JÓVÁHAGYOTT,  
HEGESZTÉSSEL KAPCSOLATOS,  
ISO-SZABVÁNYKIADVÁNYOK

ISO 3834-1:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.  
1 rész: Kiválasztási és alkalmazási irányelvek

ISO 3834-2:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.  
2 rész: Teljes körű minőségügyi követelmények

ISO 3834-3:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.  
3. rész: Általános minőségügyi követelmények

ISO 3834-4:1994

Hegesztéssel kapcsolatos minőségügyi követelmények. Fémek ömlesztőhegesztése.  
4. rész: Alapvető minőségügyi követelmények

ISO 5172:1995

Kézi pisztolyok hegesztéshez, vágáshoz és megletítéshez. Előírások és vizsgálatok

Szluha Ágnes (Solvay Kémia Kft.)

# Alumínium forrasztás korrózió hatás nélkül

Az un. Nocolok alumíniumforrasztási eljárást mintegy 20 éve fejlesztette ki az Alcan Aluminium Ltd. of Canada kanadai és angliai kutatóközpontjaiban. A forrasztás során nem korrózió kálium-alumínium-fluoroaluminát folyasztószert sikeresen használják Angliában, Ausztráliában, Brazíliában, Dél-Afrikában, Dél-Koreában, az Egyesült Államokban, Franciaországban, Japánban, Kínában, Mexikóban, Németországban, Portugáliában és Svédországban különböző alumíniumtermékek, mint pl. elektromos fűtőtestek és gépjármű hőcserélők kemencés, illetve lángforrasztására.

A kialakítandó kötések helyénél lévő hézagok mérete hasonló a kloridos forrasztásnál alkalmazottakéhoz, és a hasonló termékek vákuumos forrasztásánál megkívánt toleranciaigényhez képest sokkal kevésbé szigorúan meghatározott.

A folyasztószer nem-korrózió jellege, az eljárás hézagtoleranciája és rugalmas szabályozási technológiája következtében az eljárás az egyik legalacsonyabb költségű az alumínium hőcserélők gyártására. A kemencés forrasztás esetében az eljárás szennyezéstűrőse olyan, hogy - az iparban gyakran alkalmazott - nitrogénáramban igen magas forrasztási termelékenység érhető el. A forrasztási környezetben a víz lehet csak a fő szennyező, és ezért azt ellenőrizni kell.

A forrasztás során a folyasztószer közvetlenül a forrasztóötvtözet olvadáspontja alatt kezd megolvadni és a forrasztási hőmérsékleten teljesen folyékony. A folyasztószer így reagálni tud az alumíniumoxid réteggel és anélkül mozdítja elő a forrasztást, hogy a szilárd, vagy az olvadt alumíniumot megtámadná.

A forrasztás után további kezelés, pl. a maradék folyasztószer lemosása nem szükséges. Forrasztott felületek minden további kezelés nélkül bevonhatók, festhetők, amennyiben további korrózióvédelem lenne

szükséges. A folyasztószerek a felületen maradt része nem válik le és kompatibilis hűtőközegekkel, olajokkal és motorhűtőanyagokkal.

A forrasztási eljárást az autóműcsereleők, fűtőtestek, légkondicionáló kondenzerek és elpárologtatók, valamint olajhűtők gyártására az 1980-as évek elejétől kezdve világszerte növekvő mennyiségben alkalmazzák.

Az alábbi táblázat röviden bemutatja a különböző forrasztási eljárások főbb paramétereit az autóműcsereleők forrasztásánál:

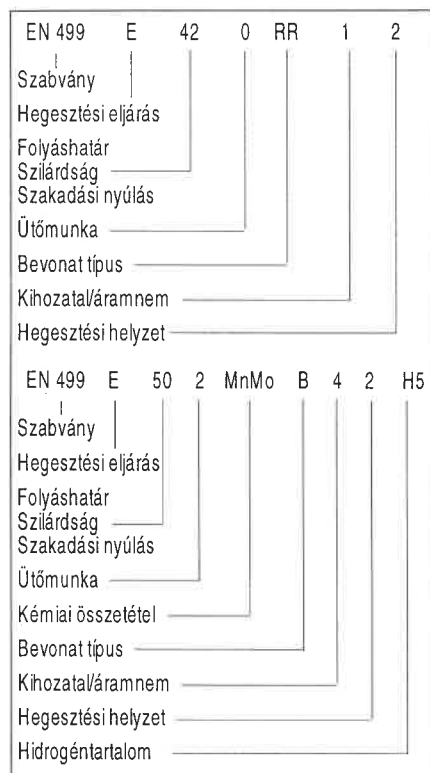
| Tulajdonság<br>(1=jó, 4=rossz) | Nocolok | Kloridos<br>kemencés | Kloridos<br>mertéses | Vákuum |
|--------------------------------|---------|----------------------|----------------------|--------|
| Hőátadás                       | 1       | 1                    | 1                    | 1      |
| Korrózióellenállás             | 1       | 2                    | 3                    | 3      |
| Forrasztathóság                | 1       | 1                    | 1                    | 2      |
| Illeszkedés/hézag              | 1       | 1                    | 1                    | 3      |
| Energia                        | 1       | 2                    | 2                    | 2      |
| Szennyvízkezelés               | 1       | 4                    | 4                    | 1      |
| Berendezés ktsg.               | 1       | 2                    | 2                    | 4      |
| Karbantartási ktsg.            | 1       | 2                    | 3                    | 4      |
| Anyagktsg.                     | 1       | 2                    | 4                    | 2      |
| Termelési ktsg.                | 1       | 3                    | 3                    | 2      |
| Átlagosan                      | 1       | 2                    | 2.4                  | 2.4    |

A továbbfejlesztett változat a forrasztópálca, illetve ötvözet alternatívája. A fejlettebb technika lehetővé teszi az alumíniumtermékek gyártóinak, hogy standard alumínium lemezeket, illetve extrudált termékeket használjanak.

# A bevont elektródák jelölési rendszerének európai szabványa

R. Killing: Europäische Norm für Stabelektroden ist da! Tömörítvény a Praktiker 7/95 száma 338–341 oldaláról. Fordította és tömörítette: Hoffmann Sándor

A hegesztő hozaganyagok területének egyik fontos szabványa az EN 499: Hegesztő hozaganyag; Bevont elektródák ötvözetlen és finomszemcsés acélok ívhegesztéséhez című szabvány lesz. (A szállítási műszaki feltételeket az EN 759 fogja tartalmazni.) Mivel a hazai szabványkiadási tervben ezek jelenleg nem szerepelnek, célszerű ennek vázlatos ismertetése – az EN szabványok honosítási lehetőségéből eredően a kötelező részekben szükségszerűen azonos – a DIN EN 499 alapján.



1. ábra. A bevont elektródák jelölése az EN 499 szerint

1. példa: ötvözetlen ill. csak mangánnal ötvözött elektróda (fent)

2. példa: Mangánnal és molibdénal ötvözött elektróda korlátozott hidrogéntartalmú hegyanyaggal (lent)

A szabvány szerinti jelölési rendszer hasonló a korábbi ISO rendszerhez. Ennek szemléltetésére szolgálhatnak az 1. ábrán látható példák.

A jelölésben az EN 499 a vonatkozó szabványra, az „E” a bevont elektródás kézi ívhegesztésre utal.

Az 1. táblázat szerint az első jel a hegyanyag szilárdsági tulajdonságait jellemzi, mégpedig az  $R_{eL}$  úgynevezett alsó folyáshatár értékéből (és nem az  $R_{p0,2}$ , a 0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó szokásos értékéből) kiindulva. (Amennyiben a szabvány hegyanyagot említ, úgy az alatt mindig az úgynevezett tiszta hegyanyagot kell érteni.) Az 1. táblázatból is kitűnik, hogy a jelölés a minimális folyáshatárhoz hozzárendeli az  $R_m$  szakítószilárdságot és az  $A_5$  minimális szakadási nyúlást is.

| Jel | Minimális folyáshatár $R_{eL}$ N/mm <sup>2</sup> | Szakítószilárdság $R_m$ N/mm <sup>2</sup> | Minimális szakadási nyúlás $A_5$ % |
|-----|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 35  | 355                                              | 440...570                                 | 22                                 |
| 38  | 380                                              | 470...600                                 | 20                                 |
| 42  | 420                                              | 500...640                                 | 20                                 |
| 46  | 460                                              | 530...680                                 | 20                                 |
| 50  | 500                                              | 560...720                                 | 18                                 |

1. táblázat. A hegyanyag szilárdságára és nyúlására utaló jel

| Jel | 47 J-hoz tartozó átmeneti hőmérséklet °C |
|-----|------------------------------------------|
| Z   | Nincs követelmény                        |
| A   | +20                                      |
| 0   | 0                                        |
| 2   | -20                                      |
| 3   | -30                                      |
| 4   | -40                                      |
| 5   | -50                                      |
| 6   | -60                                      |

2. táblázat. A hegyanyag ütőmunkájára utaló jel

| Jel   | Kémiai összetétel <sup>1)</sup>     |           |             |
|-------|-------------------------------------|-----------|-------------|
|       | Mn %                                | Mo %      | Ni %        |
| Nincs | 2,0                                 | –         | –           |
| Mo    | 1,4                                 | 0,3...0,6 | –           |
| MnMo  | > 1,4...2,0                         | 0,3...0,6 | –           |
| 1Ni   | 1,4                                 | –         | 0,6...1,2   |
| 2Ni   | 1,4                                 | –         | 1,8...2,6   |
| 3Ni   | 1,4                                 | –         | > 2,6...3,8 |
| Mn1Ni | > 1,4...2,0                         | –         | 0,6...1,2   |
| 1NiMo | 1,4                                 | 0,3...0,6 | 0,6...1,2   |
| Z     | Minden más egységesített összetétel |           |             |

1) Mindenkor < 0,2% Mo, < 0,3% Ni, < 0,05% V, < 0,05% Nb és < 0,3% Cu. A táblázatban feltüntetett értékek az adott elem maximális értéke.

3. táblázat. A hegyanyag kémiai összetételére utaló jel

A következő jel (2. táblázat) a hegyanyag szívósságára utal, mégpedig a 47 J ütőmunka értékhez tartozó átmeneti hőmérséklet alapján.

A kémiai összetétel (3. táblázat) jelét nem kell feltüntetni, ha a hegyanyag mangántartalma kisebb 2%-nál (lásd az 1. ábra 1. példáját). A finomszemcsés acélok hegesztéséhez alkalmas elektródák hegyanyaga 1,4...2% Mn-t és kevés molibdént tartalmaz. Ez utóbbi esetben az ötvözettypust az MnMo jel mutatja, mely elegendő a hegyanyag tulajdonságainak jellemzésére.

A hegesztési tulajdonságokat a bevonat típusa, a kihozatal, valamint a használható hegesztőáram neme és a hegesztési helyzet jellemzi. A bevonat típusának jelölése (4. táblázat) napjainkban már nem igé-

| Jel | Bevonat típus           |
|-----|-------------------------|
| A   | Savas                   |
| B   | Bázikus                 |
| C   | Cellulóz                |
| R   | Rutilos                 |
| RR  | Vastag bevonatú rutilos |
| RC  | Rotil-cellulóz          |
| RA  | Rutil-savas             |
| RB  | Rutil-bázikus           |

4. táblázat. A bevonat típusára utaló jel

| Jel | Kihozatal<br>% | Áramnem                 |
|-----|----------------|-------------------------|
| 1   | ≤ 105          | Egyen- és váltakozóáram |
| 2   | ≤ 105          | Egyenáram               |
| 3   | > 105...≤ 125  | Egyen- és váltakozóáram |
| 4   | > 105...≤ 125  | Egyenáram               |
| 5   | > 125...≤ 160  | Egyen- és váltakozóáram |
| 6   | > 125...≤ 160  | Egyenáram               |
| 7   | > 160          | Egyen- és váltakozóáram |
| 8   | > 160          | Egyenáram               |

5. táblázat. A kihozatalra és az áramnemre utaló jel

nyel feltételezhetően magyarázatot. A váltakozó árammal történő hegesztésre való alkalmasságot a gyártók egyébként a max. 65 V üresjárási feszültség esetére értik.

A heganyag megengedett diffúzióképes hidrogéntartalmára utaló jel (7. táblázat) megadásának csak bázikus elektródák esetében van értelme. A bázikus bevonatú elektródánál természetesen be kell tartani a gyártó által előírt tárolást, áramnemet és szárítási előírásokat.

Az elektróda gyártójának a kihozatalra, az áramnemre, a hegesztési helyzetre, valamint a hidrogéntartalomra utaló jeleket a tájékoztató

| Jel | Hegesztési helyzet                                                                                                                   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Minden helyzet                                                                                                                       |
| 2   | Minden helyzet, kivéve felülről le                                                                                                   |
| 3   | Vízszintes (fekvő) tompavarrat, valamint vályúhelyzetű (fekvő) és vízszintes (álló) sarokvarrat                                      |
| 4   | Vízszintes (fekvő) tompavarrat és vályú helyzetű (fekvő) sarokvarrat                                                                 |
| 5   | Vízszintes (fekvő) tompavarrat, valamint vályúhelyzetű (fekvő) és vízszintes (álló) sarokvarrat, és függőleges lefelé hegesztésre is |

6. táblázat. A hegesztési helyzetre utaló jel

| Jel | Max. hidrogéntartalom<br>100 g heganyagban ml |
|-----|-----------------------------------------------|
| H5  | 5                                             |
| H10 | 10                                            |
| H15 | 15                                            |

7. táblázat. A heganyag hidrogéntartalmára utaló jel

prospektusokon és az elektróda csomagolásán nem kell feltétlenül megadnia.

A 8. táblázat összehasonlítja néhány fontosabb elektródatípus DIN szerinti régi és az új jelölését.

| Elektróda típus             | J e l ö l é s    |                |                  |
|-----------------------------|------------------|----------------|------------------|
|                             | DIN 1913         | DIN 8529       | DIN EN 499       |
| Cellulóz                    | E43 32 C 4       |                | E 38 0 C 11      |
| Rutil-cellulóz              | E43 32 R(C) 3    |                | E 42 0 RC 11     |
| Rutilos                     | E51 32 RR 6      |                | E 42 0 RR 12     |
| Rutil-bázikus               | E51 43 RR(B) 7   |                | E 42 2 RB 12     |
| Bázikus                     | E51 53 B 10      |                | E 38 2 B 42      |
| Bázikus                     | E51 43 B(R) 10   |                | E 38 2 B 32      |
| Rutilos (nagytejlesítményű) | E51 22 RR 11 160 |                | E 38 0 RR 53     |
| Bázikus (nagyszilárdságú)   |                  | EY55 43 MnMo B | E 50 2 MnMo B 42 |
| Bázikus (nagyszilárdságú)   |                  | EY46 87 Ni B   | E 46 6 2Ni B 42  |

8. táblázat. A bevont elektródák régi és új jelölésének összehasonlítása

## F E L H Í V Á S

A Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés, mint az IKM Hegesztő és Anyagvizsgáló Szakmai Vizsga-és Értékelésmódszertani Központja - az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium Humánpolitikai Főosztályával egyetértésben - az OKJ 86 9 3419 12 3 0 03 számon nyilvántartott

### Hegesztő Gyakorlati Oktató I. és II.

szakképesítés megszerzésére kéri, illetve szólítja fel a regisztrált és tanúsított hegesztőképző, képesítési és minősítési helyek, illetve bázisok gyakorlati oktatóit, mivel a tanúsítások feltételrendszere megköveteli a hegesztő gyakorlati oktatók megfelelő szintű képesítését.

Bővebb felvilágosítást és/vagy tájékoztató anyagot a 183-5268 vagy a 163-3687 számú telefonon kaphatnak.

# ACÉLSZERKEZETGYÁRTÁS

## FELSŐFOKON

OSZTRÁK MINŐSÉG - MAGYAR ÁRAKON

jóváhagyások:



International Construction & Engineering  
VOEST-ALPINE I.C.E. UNGARN  
S T A H L B A U

MÁV, ÖBB, DB, SLV/München

**45 fő minősített hegesztő**

4400 Nyíregyháza, Tünde utca 10/a.

TEL.: 42-460-077, FAX: 42-460-031



OERLIKON Schweisstechnik AG.  
Magyarországi Iroda  
H-1212 Budapest, Szebeni u. 113.



Kérem hívjon fel!  
Tájékoztatással  
és ismertető anyaggal  
rendelkezésére állunk!

Tel.: 277-9652, 06-20-44-11-10

Fax: 420-7661

Új és bevált  
gyártmányok

**Hozaganyagok '96**



**OERLIKON**

**SAF**

FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



VÁLASZLEVELEZŐLAP



FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



VÁLASZLEVELEZŐLAP



FELADÓ:

Név: \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

Lakcím: \_\_\_\_\_

Cég neve és címe: \_\_\_\_\_



VÁLASZLEVELEZŐLAP



**Hegesztéstechnika  
Szerkesztősége**

BUDAPEST,  
Fogarasi út 10-14.

**1148**

**Hegesztéstechnika  
Szerkesztősége**

BUDAPEST,  
Fogarasi út 10-14.

**1148**

**Hegesztéstechnika  
Szerkesztősége**

BUDAPEST,  
Fogarasi út 10-14.

**1148**

**Hegesztéstechnika  
Szerkesztősége**

BUDAPEST,  
Fogarasi út 10-14.

**1148**

Tisztelt Ügyfelünk!

Kedves Olvasónk!

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

A fekete-fehér + kísérszín, illetve az úgynevezett színes (color) hirdetésen kívül választási lehetőséget adunk a fekete-fehér hirdetéseknek több kísérszínnel megjelenő hirdetésekre.

Az 1996-ra vonatkozó ÁFA nélküli árak az alábbiak:

|                                               | M é r e t |    |    |    |     |
|-----------------------------------------------|-----------|----|----|----|-----|
|                                               | A3 (2xA4) | A4 | A5 | A6 |     |
| Színes hirdetés a címlapon                    | –         | 70 | –  | –  | eFt |
| Színes hirdetés a hátsó külső borítón         | –         | 65 | –  | –  | eFt |
| Színes hirdetés az első belső borítón         | –         | 57 | –  | –  | eFt |
| Színes hirdetés a hátsó belső borítón         | –         | 55 | –  | –  | eFt |
| Színes hirdetés a belíven                     | 94        | 49 | 32 | 19 | eFt |
| Fekete-fehér hirdetés a belíven               | 57        | 32 | 18 | 12 | eFt |
| Fekete-fehér hirdetés a belíven + 1 kísérszín | 60        | 33 | 19 | 13 | eFt |
| Fekete-fehér hirdetés a belíven + 2 kísérszín | 62        | 34 | 20 | 14 | eFt |
| Fekete-fehér hirdetés a belíven + 3 kísérszín | 64        | 35 | 21 | 15 | eFt |

Az MHTÉ tagvállalataink 10 % kedvezményre jogosultak. Az a tagvállalat, aki egy évben 4 alkalommal hirdet 15 % kedvezményre jogosult. Az a hirdető, aki nem tagja a MHTÉ-nek, de egy évben 4 alkalommal hirdet, 7,5 % kedvezményre jogosult.

#### Megjegyzés

A lekötött hirdetések kódjával látjuk el. Ha Ön, tisztelt Olvasó a lapban lévő hirdetések bármelyikével kapcsolatban további információt igényelne, azt soron kívül megkapja, ha kitölti az erre vonatkozó információs kártyát és beküldi szerkesztőségünkbe.

Tisztelt Ügyfelünk!

Kedves Olvasónk!

Kérjük Önöket,

- terjesszék szakfolyóiratunkat,
- ajánljanak bennünket a hirdetni kívánó vállalatok részére,
- írjanak vagy baráti és szakmai körükkel irassanak közérdeklődésre számot tartó cikket.

Várjuk szíves közreműködésüket és 1996-ra vonatkozó megtisztelő hirdetés-megrendelésüket.

Hoffmann Sándor  
főszerkesztő

| Hirdetési index           |             |                                 |                |
|---------------------------|-------------|---------------------------------|----------------|
| Autogéntechnika           | 50          | ÉMI-TÜV                         | 37             |
| BME                       | 43          | ESAB Kft.                       | B I.           |
| BÖHLER Kereskedelmi Kft.  | B II., 25   | FE-MA                           | 36             |
| Co® optim Ipari Kft.      | 60, B III.  | INTEC Kft.                      | 51             |
| CORWELD                   | 8, 9, B IV. | INVENT WELDING - KEMPP          | 16             |
| Elektra Beckum Nefro Kft. | 44          | Ipari Technológiai Centrum Kft. | 39             |
|                           |             | ISAF                            | 55             |
|                           |             | ITB Aeroclan                    | 10             |
|                           |             | Linde Gáz Magyarország Kft.     | 30-31          |
|                           |             | MHTÉ                            | 24, 32, 49, 56 |
|                           |             | Migatronik                      | 40             |
|                           |             | OERLIKON                        | 53             |
|                           |             | Petrolszerviz                   | 15             |
|                           |             | Thyssen                         | 17             |
|                           |             | UTP                             | 45             |
|                           |             | VOEST-ALPINE Stahlbau           | 52             |

# HEGESZTÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK ELSŐKÉZBŐL

## Eredeti BINZEL termékek képviselete és forgalmazása

- MIG/MAG gáz-, vízűtésű hegesztőpisztolyok és tartozékai
- WIG/TIG (AWI) gáz-, és vízűtésű hegesztőpisztolyok és tartozékai
- automata (gépi) hegesztőpisztolyok
- toló-húzó (push-pull) hegesztőpisztolyok
- füstgázelszívós hegesztőpisztolyok
- plazmavágó pisztolyok
- központi csatlakozók
- vízűtő berendezések
- fröcskölésgátló spray és paszta

## KURT HAUFÉ termékek képviselete és forgalmazása

- MIG/MAG gázűtésű hegesztőpisztolyok egyenes és központi csatlakozóval, elforgatható nyakkal
- elektródafogók 200-A tól 500 A-ig
- gyökfaragó

## KAYSER lánghegesztő eszközök

- oxigén, acetilén, nitrogén, propán reduktorok
- CO<sub>2</sub>, argon reduktorok
- hegesztő és vágókészletek, tartozékaik
- visszaégésgátlók
- tisztítótű-készlet
- propánarmaturák, keményforrasztó készülékek

## WKS hegesztéstechnikai védő- és segédeszközök

- kézi és fejpajzsok, védőszemüvegek
- OPTREL- fényre sötétedő pajzsok
- áttetsző védőszemüvegek, 1000 órás műanyaglapok
- sötét üvegek DIN 3-13-ig
- védőruházat, - kesztyűk bőrből
- ernyők, elválasztó függöny és tartozékai
- testszorítók, testsipeszek
- nagynyomású gumitömlők acetilénhez, oxigénhez, propánhoz
- nagynyomású ikerömlők acetilénhez, oxigénhez
- mágnesátlapas hegesztőtűk, gázgyújtó
- jelölőkréták, varratmérők

## Valamint :

- hegesztőtranszformátorok
- védőgáz hegesztőgépek
- Toldi-, Varga hegesztő- vágó készletek
- bevonatos elektródák, kötő hegesztőpálcák
- minősített hegesztőhuzalok
- különféle ötvözetű wolfram elektródák
- segédanyagok

Co<sup>®</sup>optim  
HEGESZTÉSTECHNIKA

Co<sup>®</sup>optim  
HEGESZTÉSTECHNIKA

# Vágás és Hegesztés egy ponton



**MIG/MAG**



**WIG/TIG**



**PLASMA**



**ROBOT KIEGÉSZÍTŐK**

- Gáz-, és vízhűtésű fogyóelektródás hegesztőpisztolyok
- Automata és különleges kivitelű hegesztőpisztolyok
- Toló-húzó hegesztőpisztolyok
- Füstgáz-elszívós hegesztőpisztolyok

- Gáz-, és vízhűtésű fogyóelektródás hegesztőpisztolyok
- Automata és különleges kivitelű hegesztőpisztolyok

- Vágó pisztolyok
- Automata és különleges vágó pisztolyok

- Robot hegesztőpisztolyok
- WIG/TIG/Plasma
- Tartók

Képviselő és kiszolgálás :

**COOPTIM Ipari Kft.**

2049 DIÓSD Petőfi u. 21.

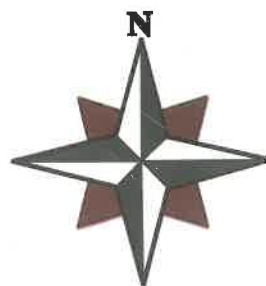
Tel : (23) 382-409, 382-430, 382-431

Fax : (23) 382-321

Kód: 25

**BINZEL®**

Made in E. E. C.



## Iránytű az inverter-technikában

Valamennyi inverteres hegesztőgép:

- az EN 60974-1 szabvány szerinti,
- Ip23-as védeettségi osztályú,
- hőállósági osztály „H” fokozatú,
- hegesztési ciklusidő: 10 perc,

|                     | ETS 140            | ETS 160            |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Hálózati feszültség | 220 V<br>-10% +15% | 220 V<br>-10% +15% |
| Kézi ívhegesztés    | 3 - 140 A          | 3 - 160 A          |
| AWI hegesztés       | 3 - 140 A          | 3 - 160 A          |
| Bekapcsolási idő    | 100 %              | 100 %              |
| Méret [mm]          | 200x152x362        | 200x152x362        |
| Súly                | 6.8 kg             | 7.5 kg             |



|                     | POCKET 110         | POCKET 130         | POCKET 130 S       |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Hálózati feszültség | 220 V<br>-10% +15% | 220 V<br>-10% +15% | 220 V<br>-10% +15% |
| Kézi ívhegesztés    | 3 - 90 A           | 3 - 110 A          | 3 - 130 A          |
| AWI hegesztés       | 3 - 100 A          | 3 - 120 A          | 3 - 130 A          |
| Bekapcsolási idő    | 35 %               | 35 %               | 100 %              |
| Méret [mm]          | 195x110x280        | 195x130x280        | 200x125x362        |
| Súly                | 3.9 kg             | 4.3 kg             | 6.5 kg             |

Az inverterek, a hagyományos hegesztőgépek és a hegesztő aggregátok széles skáláját kínálja Önnek kedvező áron a FIMER cég magyarországi kizárólagos képviselője:

### CORWELD Kft.

1119 Budapest, Andor u. 60.

Tel./Fax: (1)/209-1071

Tel.: (1)/181-0590/233, 234 mellék

Postai cím: 1507 Budapest, Pf. 80.