

# HEGESZTÉS TECHNIKA

XXI. ÉVFOLYAM 2010. 4. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA

**Békés ünnepeket kívánunk!**



Komplett vágórendszerek az ESAB-tól.  
[www.esab.hu](http://www.esab.hu)



# Védőgázok rozsdamentes acélok hegesztéséhez



## Szakértelem – ami összeköt

Korszerű védőgázok WIG, MIG/MAG hegesztéshez.

### A kihívások:

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

### Válasz a kihívásra:

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

### Eredmény:

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

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

Bővebb információ: [www.messer.hu](http://www.messer.hu)



**MESSER** 

Messer Hungarogáz Kft.  
1044 Budapest, Váci út 117.  
Tel. 06 1 435 1157  
Fax: 06 1 435 1101  
[hegesztes-vagas@messer.hu](mailto:hegesztes-vagas@messer.hu)  
[www.messer.hu](http://www.messer.hu)

Part of the Messer World 



# EGYESÜLÉSI ÉS SZEMÉLYI HÍREK

## ***Gáti József díszdoktorrá avatása***

Dr. Gáti József docens, az Óbudai Egyetem kancellárja a Kassai Műszaki Egyetem Tudományos Tanácsa Ünnepi Kibővített ülésén 2010. szeptember 14-én „*Doctor Honoris Causa*” kitüntető címet vehetett át az egyetem rektorától, Dr. Anton Čizmar professzortól.

A Tudományos Tanács ülésén a Kassai és az Óbudai Egyetem rektorain, rektorhelyettesein, dékánjain és további vezetőin kívül a szlovák felsőoktatás reprezentáns intézményeinek rektorai, Szerencsés János, a Magyar Köztársaság kassai főkonzulja, valamint Dr. Dobróka Mihály professzor, a Miskolci Egyetem rektorhelyettese is megjelent.

A díszdoktorrá avatásra a Villamosmérnöki és Informatikai Kar kezdeményezésére, az egyetem Tudományos Tanácsa javaslatára került sor Gáti József kiemelkedő szakmai munkája, a két intézmény közötti tudományos együttműködés elősegítése, nemzetközi konferenciák szervezése terén végzett munkássága, egyetemdiplomás tevékenysége elismeréseként.

Gáti József a Bánki Donát Műszaki Főiskolán szerzett gépészmérnöki képesítést, majd a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen gépészmérnöki diplomát. A kutatásai eredményeképpen vehette át az egyetemi doktori oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen és vált a hegesztés szakterület ismert oktatójává és kutatójává.

A hegesztéshez kapcsolódó oktatási tevékenysége kapcsán mintegy 130 szakmai publikációja jelent meg. 5 könyv és 11 jegyzet szerzője, illetve társszerzője. A fém és nem fém szerkezeti anyagok kötéstechológiájára, a robotok alkalmazására, a hőfolyamatok számítógépes modellezésére irányuló publikációk jelentős része hazai, illetve nemzetközi folyóiratokban és konferencia kiadványokban látott napvilágot.

Az elmúlt évtizedben a kutatási területe az e-learning rendszerek alkalmazása felé irányult. E témakörben több mint 30 idegen nyelvű szakcikk jelent meg folyóiratokban és zömében IEEE konferencia kiadványokban.

Gáti József a tudományos élet aktív szereplője: az International Institute of Welding magyarországi delegátusa, s küldötte az Európai Szabványosítási Szövetségnek. Tagja a Magyar Tudományos Akadémia Anyagtudományi és Technológiai Bizottság Hegesztési Albizottságának, a Magyar Mérnökakadémiának. Szerepet vállal a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés munkájában, a Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület, a Vizsgáztató Testület, a Magyar Hegesztő-minősítő Testület tagja, a Testület Ellenőrző és Etikai Bizottság elnöke. Kiemelkedő tevékenységet folytat a Gépipari Tudományos Egyesületben, részt vállal a Magyar Minőség Társaság munkájában. Az e-learning rendszerek alkalmazása felé orientálódó munkái eredményeképpen került kapcsolatba a Neumann János Számítógép-tudományi Társasággal, a Magyar Fuzzy Társasággal és az IEEE Hungary Section-nel.

Az intenzív hazai és nemzetközi kapcsolatrendszerét kiválóan kamatoztatja a szakmai konferenciák szervezésében. Az elmúlt évek során több mint 20 nemzetközi és hazai konferencia munkájában vett részt elnökként, nemzetközi szervezőbizottság elnökeként, vagy a Steering Committee tagjaként. Ezen konferencia közreműködéseiből mintegy 15 nemzetközi, magasan jegyzett szakmai programhoz kötődik.

Az Óbudai Egyetem kancellárjaként lehetősége nyílt arra, hogy a nemzetközi kapcsolatrendszerben közéleti, egyetemdiplomás tevékenységet is vállaljon. Ennek középpontjában mindig az egyenértékű, egymás megbecsülésén alapuló, a közös értékeket feltáró együttműködés állt. E tevékenységi körében is számos publikációval tette közkinccsé az egyetem és partnereinek közös tevékenységét. Az elmúlt 35 éves oktatói és vezetői munkája során 5 könyv szerzője, illetve társszerzőjeként, több mint 90 cikk írójaként szolgálta a közéletet.

Eddigi életpályája során mindvégig támogatta a hallgatók, a hegesztés területén tevékenykedő oktatók munkáját, szakmai előmenetelét, konferenciákon való részvételét. Önzetlen, segítőkész jelleme számos kezdő mérnöknek adott támaszt a pályáján való elinduláshoz.

Dr. Gáti József számos kitüntetés birtokosa. A 2007-ben átvett Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje elismerés mellett, a szakmai díjai között megtalálható a Bánki Donát Díj, Zorkóczi Béla Emlékérem, a Pattantyús Ábrahám Géza Díj is.

Dr. Kovács Mihály





## EGYESÜLÉSI ÉS SZEMÉLYI HÍREK

### **Dr. Parti Gábor**

**1916. november 1. – 2010. július 25.**

Dr. Parti Gábor a második világháború előtt ügyvédként tevékenykedett és az Ügyvédi Kamara tagja is volt. A világháború után nem gyakorolhatta hivatását, segédmunkásként dolgozott és 1951-ben a Transzformátor Javító Vállalatnál került kapcsolatba a hegesztő transzformátorokkal.

Szorgalmával, tehetségével és tanfolyamok elvégzésével a villamos szakmában autodidakta módon szinte mérnöki ismereteket szerzett.

1954-től a VBKM Anód gyárában már a próbaterem vezetőjeként a fejlesztés és a gyártás legfontosabb embere volt. Jelen volt és tevékeny résztvevője volt a germánium, majd később a szilícium diódákkal induló hazai korszerű hegesztőgép gyártás bölcsőjénél. A fejlesztések eredményeként több szabadalmi bejelentést alkottak Sáringer Kálmánnal, akivel hosszú ideig a hegesztő berendezések fejlesztését és gyártását végezték szoros munkakapcsolatban. Aktív pályafutását a

VISZÉK Szövetkezetnél folytatta, majd nyugdíjasként a TRAKIS Szövetkezetben tevékenykedett.



Kiváló nyelvtudásával segítette a magyar hegesztőgépek külföldi értékesítését és nemzetközi szakmai elismertségét.

Tevékenysége utolsó időszakát a COOPTIM Kft-ben töltötte, ahol évtizedes szakmai tapasztalatával és kapcsolataival segítette a cég fejlődését.

Hosszú éveken át sokat tett a villamos hegesztő berendezések biztonságáért a Magyar Szabványügyi Hivatal hegesztés munkavédelmi albizottságában.

Kiemelkedő érdemeket szerzett az ívhegesztő áramforrások hazai szabványosításának kidolgozásában.

Hosszú és küzdelmes földi pályafutásának utolsó éveit türelemmel viselt betegség után, életének 94. évében csendben befejezte. Emlékét és szellemi hagyatékát őrizve búcsúzunk Tőle.

Gabi bácsi nyugodj békében.

*Boldog Karácsonyt és sikeres  
új esztendőt kívánunk  
minden olvasónknak!*

*a Szerkesztőség*





# PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon  
a hegesztési füstelszívásban**

[www.plymovent.hu](http://www.plymovent.hu)

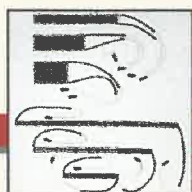
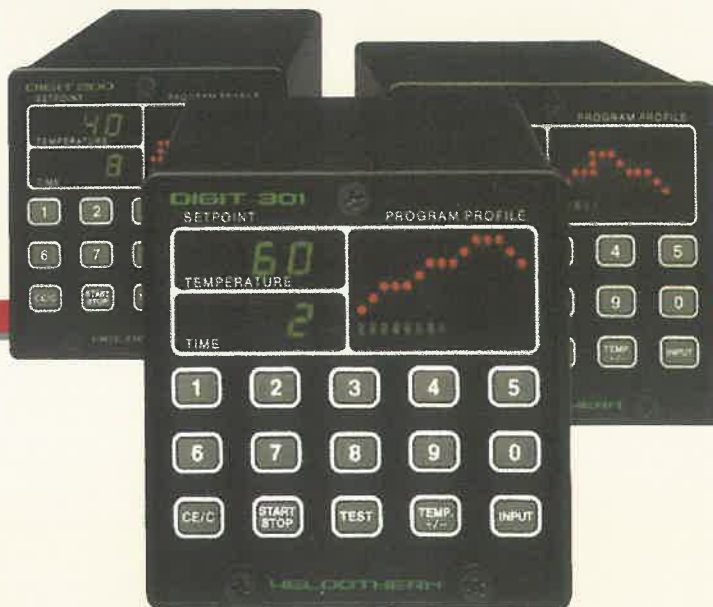
**AC PLYMOVENT Kft.**

2132 Göd Pozsonyi u. 15.  
tel: 06 27 530 300 fax: 06 27 530 309



**WELDOTHERM®**

**HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.**



## **WELDOTHERM HŐKEZELŐ BERENDEZÉSEK AZ ÖNÖK SZOLGÁLATÁBAN!**

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

## **PONTOS, MINŐSÉGI, IGÉNYEIKHEZ IGAZODÓ, TANÚSÍTOTT MUNKAVÉGZÉS.**

### **GLÜHBESCHEINIGUNG / HŐKEZELÉSI TANÚSÍTVÁNY**

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

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

## **FRONIUS hegesztő berendezések képviselése, értékesítése**

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

E-mail: [weldotherm@weldotherm.hu](mailto:weldotherm@weldotherm.hu)

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



Fehérvári Gábor\*

## Hegesztett varratok diffúzióképes hidrogéntartalmának mérése

A hidrogén hegeszthetőségre gyakorolt hatásának első vizsgálatait az USA-ban az 1940-es években végezték. Rollason ötvöztött acélokon [1], Flanigan lágyacélokon [2] végzett vizsgálatokat. A bevonatból származó hidrogéntartalmat van den Blink vizsgálta először 1947-ben [3], a varratok hidrogéntartalmát Schaeffler, Campbell és Tielsch 1952-ben [4]. Az 1950-es évekből származnak az alacsony hidrogéntartalmú (low hydrogen), azaz bázikus bevonatú (basic-lime type) elektródák kifejlesztéséről szóló legkorábbi információk [5-7]. A meghivatkozott kutatások és fejlesztések eredményeinek szintézisét találjuk meg Stout 1961-ben publikált munkájában [8].

Európában a British Welding Research Association (BWRA Abington Hall-Cambridge, ma: TWI, azaz The Welding Institute) volt a hidrogén hatásának megismerésére irányuló kutatások úttörője. Az 1950-es évek eredményeinek egyik, Baker és Watkinson által publikált összegzése [9] szerint a maradó feszültség, a hidrogén és az érzékeny mikroszerkezet együttes jelenléte okozhat repedéseket a hegesztett kötésekben, egy meghatározott hőmérséklettartományban. A kuta-

tások eredményeit Westwood összegezte 1963-ban [10]. E-szerint a hidrogén legfontosabb és legveszélyesebb következménye a késleltetett törés (delayed fracture), amely viszonylag alacsony húzófeszültség hosszas alkalmazása után bekövetkező törést jelent.

Magyarországon a Vasipari Kutató Intézet végzett meghatározó tevékenységet a hidrogén által okozott repedések elkerülésére. Rittinger János vezetésével kidolgozták a növelt folyáshatárú acélok hegesztési feltételeit [11], amely a hegesztett szerkezetek acéljainak szabványába (MSZ 6280) beépülve korszerűsítette a hegesztési technológiát, és irányt adott az acélok és hegesztőanyagok fejlesztéséhez.

A hegesztett szerkezetek megbízhatósága fokozott követelményeket támaszt a hegesztési technológiával szemben. A technológia kidolgozásához szükséges információs bázis részét képezi a hidrogéntartalom ismerete, melynek érdekében a Linde Gáz Mo. Zrt-nél elhatároztuk a hidrogéntartalom mérésére alkalmas eszközrendszer kidolgozását. Az előadás eszközrendszer kifejlesztésének főbb szempontjairól és az elvégzett mérésekről számol be.

### A hidrogéntartalom forrása

A hidrogén a hegesztőanyagokból, a hegesztési segédanyagokból, a hegesztendő anyagokból és a hegesztés környezetéből kerül a hegesztési ömledékbe, ahonnan a hegesztés folyamatában és azt követően diffúzióval távozik a hőhatásövezetbe. A repedések keletkezésére a diffúzióképes hidrogéntartalom gyakorol hatást. A diffúzióképes hidrogéntartalom forrása:

- A hegesztőanyagban:
- Bevonatos kézi elektródák nedvességtartalma
- Fedettívű hegesztés fedőporának nedvességtartalma
- Portöltetű huzalok nedvességtartalma
- Olaj, zsír és egyéb szennyeződés a hegesztőhuzal felületén
- Hidroxidok víztartalma, mint pl. felületi rozsda

Az alapanyagban:

- Olaj, zsír, festék, rozsda és egyéb szennyeződés az alapanyag felületén
- Zsírtalanító szer, tisztítófolyadék az alapanyag felületén
- Korábbi gyártás, vagy üzemelés során hidrogénnel telített alapanyag

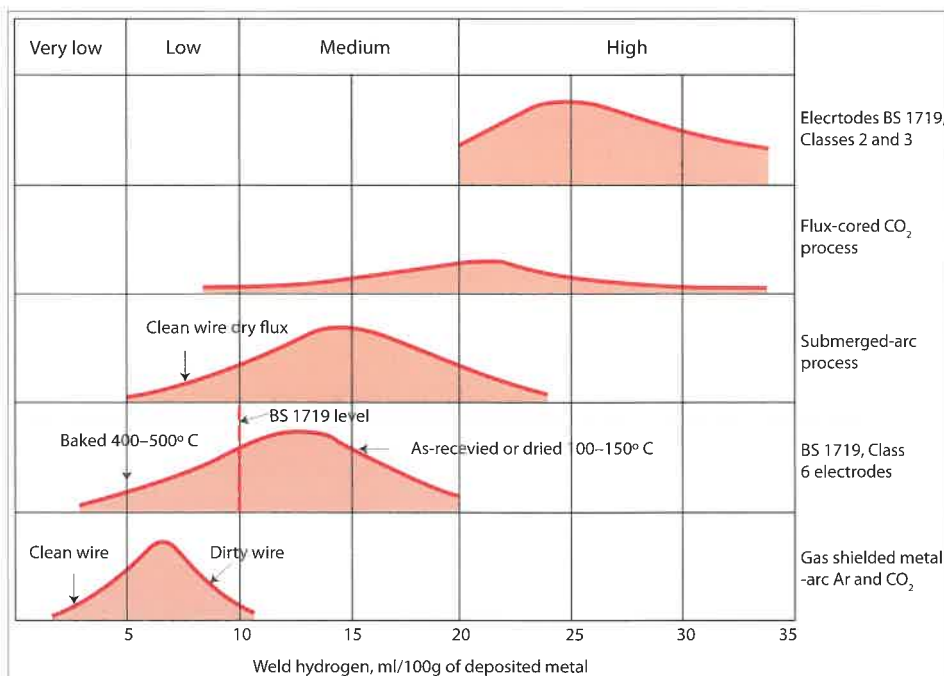
A környezetben:

- Védőgáz nedvességtartalma

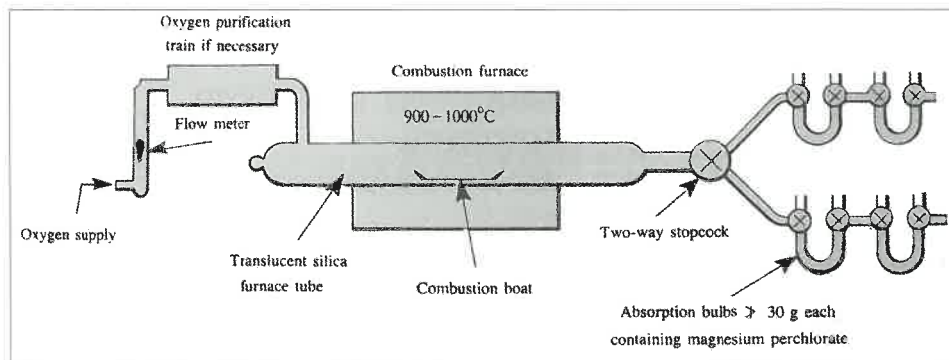
- Nem megfelelő gázvédelem miatt érintkezés a levegővel

A felsorolt potenciális hidrogén források különböző mértékben játszanak szerepet a varratfém diffúzió-

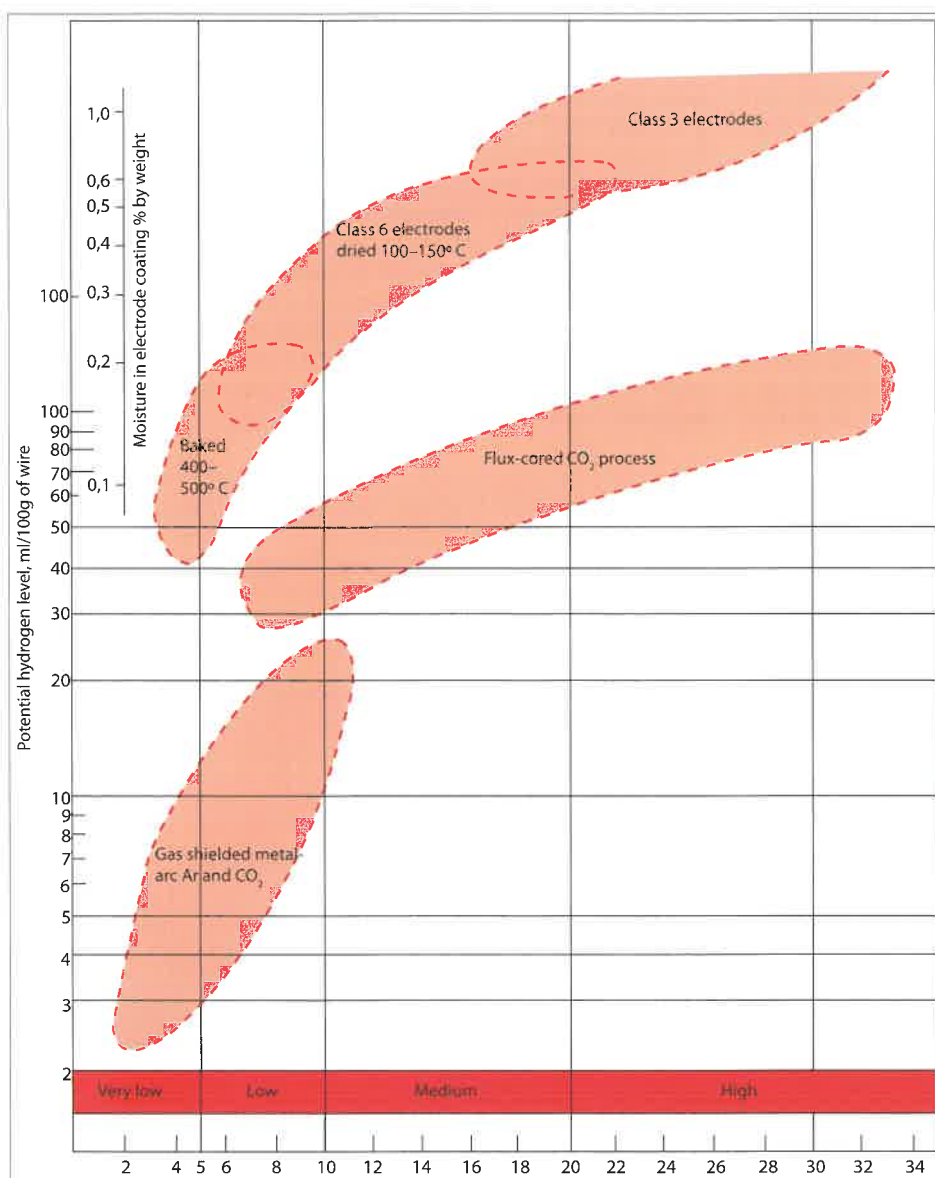
képes hidrogéntartalmának növekedésében. A különböző eljárásoknál és hegesztőanyagoknál a varratban jelenlévő diffúzióképes hidrogéntartalom tipikus mennyiségeit mutatja az 1. ábra.



1. ábra. Különböző technológiák hegesztőanyagainak hatása a varratfém diffúzióképes hidrogéntartalmára [12]. (BS 1719 Class 1 elektródáknál a varrat tipikus hidrogéntartalma 70-100 ml/100g között változik)



2. ábra. Elektroda bevonatok és fedőporok nedvességtartalmának meghatározására szolgáló készülék elvi ábrája [12].



3. ábra. Különböző hegesztőanyagok jellemző hidrogéntartalma, valamint a varratfém diffúzióképes hidrogéntartalma [12].

## Hegesztőanyagok nedvességtartalma

Az iparban már 50 évvel ezelőtt felismerték, hogy a diffúzióképes hidrogéntartalom egyik forrása a bevonatok, fedőporok és portöltetes huzalok ned-

vesség tartalma. Nedvességtartalom meghatározására szolgáló készülék sémáját a 2. ábra mutatja. A mérés során tiszta oxigénáramban való hevítéssel az abszorbeált és kötött víztartalmat kiűzik a vizsgált hegesztő anyagból,

majd megfelelő abszorbenssel összegyűjtik és megméri a súlyát. A mérés pontossága szempontjából fontos a felhasznált oxigén tisztasága.

A hegesztőanyag nedvességtartalma és a varrat diffúzióképes hidrogéntartalma közötti kapcsolat a 3. ábrán látható.

Azonban ez a kapcsolat nem elegendő ahhoz, hogy adott hegesztőanyaggal, technológiával és körülmények között hegesztett varrat diffúzióképes hidrogéntartalmát meghatározhassuk. Ehhez szükség van egy olyan mérési módszerre, amivel a hegesztett varrat diffúzióképes hidrogéntartalma megfelelő pontossággal meghatározható. A diffúzióképes hidrogéntartalom nem független a mérési módszertől, ezért a vizsgálati feltételeket szabványokban kell rögzíteni. Az AWS hegesztőanyagokkal foglalkozó szakbizottsága 1980-as évek elején létrehozta a diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározásával foglalkozó munkacsoportot. A csoport alapvető feladata az volt, hogy a hegesztőanyag biztonság számára olyan vizsgálati módszert dolgozzon ki, amely alkalmas a hegesztőanyagok osztályozására a varrat diffúzióképes hidrogéntartalma alapján.

## A diffúzióképes hidrogéntartalom mérésének IIW módszere

A diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározásának módszere évtizedek óta az IIW munkaprogramjában szerepel. A jelenleg elfogadott változatot az ISO 3690:2008 szabvány tartalmazza. A szabvány szerint egy varratsort kell hegeszteni szabványos méretű próbatestre, amit hegesztés után gyorsan le kell hűteni. Ezt követően a próbatestet bűrettába helyezve az eltávozó hidrogén összegyűlik. Az összegyűlt hidrogén mennyiségét a hőmérséklettel és nyomással korrigálni kell:

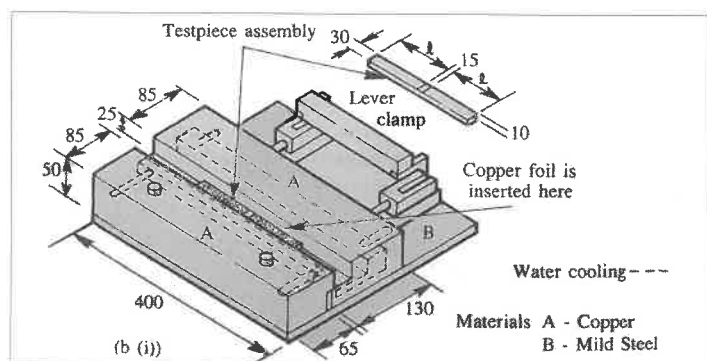
$$V = \frac{273 \cdot (P - H) (\pi r^2 \cdot C)}{760 \cdot (273 + T) \times 1000} \quad (1)$$

ahol: V: hidrogén mennyisége ml-ben, P: légnyomás Hgmm-ben, H: a higany szintbeli különbség a bűretta két ága között mm-ben, C: gázoszlop hossza a higany felett mm-ben, r: a kapilláris csőszakasz sugara mm-ben, T: szoba-hőmérséklet a mérés alatt °C-ban.

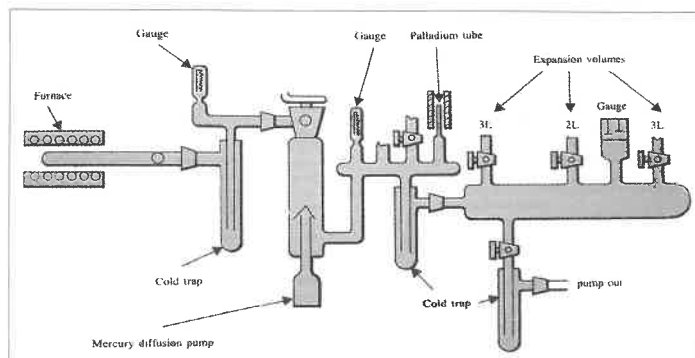
Ez követően a próbatestet el kell távolítani a készülékből és meghatározni a tömegét 0,1g pontossággal. 100 g varratra vonatkoztatott hidrogén



# KUTATÁS – FEJLESZTÉS



4. Ábra. Egy szabványos vízűtéses befogó készülék rajza és méretei [12].



5. Ábra. Vákuum extrakciós eljárás mérési elve [12].

mennyiségét az alábbi összefüggéssel számíthatjuk:

$$H_D = V \times \frac{100}{m_2 - m_1} \quad (2)$$

ahol:  $V$ : hidrogén mennyisége ml-ben,  $m_2$ : hegesztett próbatest tömege g-ban,  $m_1$ : próbatest tömege hegesztés előtt g-ban.

A hidrogén mennyiségét vonatkozathatjuk a varrat tömegére is, de ez esetben a varrat keresztmetszetét meg kell határozni.

A diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározásánál fontos az eljárás paramétereinek pontos előírása és azok betartása. A szabványos, rézből készült befogószervezetet mutatja a 4. ábra.

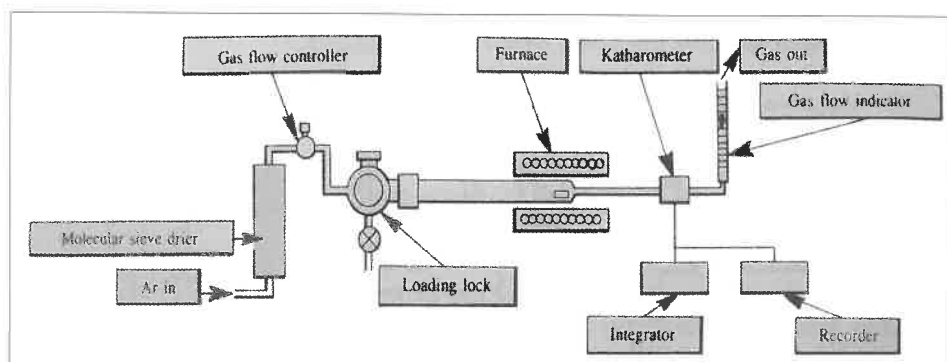
A vizsgálat elvégzése során a próbatestekkel, a hegesztési technológiával és egyéb körülményekkel kapcsolatban számos előírást kell figyelembe venni a mérés pontossága és reprodukálhatósága érdekében. Ezeket az előírásokat a szabvány részletesen tartalmazza.

Az IIW módszerhez hasonló vizsgálati technológiát az amerikai AWS 4.3-93 és a japán JIS Z 3118-2007 szabvány is tartalmaz.

A szabványok 45 °C-os hőmérsékleten 72 órás vizsgálati időt, míg 150 °C-on már csak 6 óra vizsgálati időt írnak elő. Ezen a hőmérsékleten viszont a záróanyag (higany) erősen párolog, aminek egészségügyi kockázata magas. A szabványok megengedik a nagyobb hőmérsékleten összegyűjtött gáz elemzését is. Ilyen a vákuum extrakciós és hordozógázos mérési módszer.

## Vákuumextrakciós módszer

A vákuum extrakciós (vacuum hot extraction) módszer lényege, hogy vákuumban – nyomás < 0.05 x 10<sup>-3</sup> Torr – lévő próbatestet kemencében max.



6. Ábra. Hordozógázos mérési eljárás elvi vázlatja [12].

650 °C-ra fűtik fel. A próbatestből kivont hidrogént egy higanydiffúziós szivattyúval egy palládium/ezüst ozmózis csőbe vezetik, ahol a nyomásváltozást mérik. A kivont hidrogén térfogatát a nyomáskülönbség alapján számítják ki. Egy ilyen készülék sematikus vázlatát mutatja az 5. ábra.

## Hordozógázos módszer

A hordozógázos (carrier gas hot extraction) módszer lényege, hogy a próbatestet kemencében max. 650 °C-ra melegítik argon gázban. A próbatestből távozó hidrogén elegyedik az argongázzal, amelynek hővezetőképessége a hidrogén mennyiségi arányától függően megváltozik. A hővezetőképesség megváltozását gázkromatográffal mérik. A mérés pontossága érdekében az argongáz tisztaságát és áramlási mennyiségét pontosan szabályozni és ellenőrizni kell [13]. Egy mérőkészülék elvi elrendezését mutatja a 6. ábra.

A diffúzióképes hidrogén összegyűjtéséhez szükséges idő 150 °C-on kb. 6 óra, míg 400 °C-on csupán 30–40 perc. 400 °C feletti hőmérsékleten megnő a veszélye annak, hogy a vegyület formájában kötött hidrogén is eltávozik a próbatestből. Így a diffúzió képes és maradék hidrogén együttes mennyiségét határozzuk meg, amely

a hegesztési repedések kockázatának megítélése szempontjából nem használható adat. Az eltávozó hidrogén oxidációjának elkerülése érdekében 300 °C feletti extrakció esetén a próbatest felületén lévő oxidokat is el kell távolítani.

## Vizsgálati berendezés és mérési eredmények

A diffúzióképes hidrogéntartalom mérő berendezés és egy kísérleti hegesztéshez beállított eszköz összeállítását mutat a 7–8. ábra. A 7. ábrán látható mérő berendezést a korábbi magyarázó tapasztalatok [14] és a hatályos szabvány figyelembevételével fejlesztettük ki.

Az előadás bemutat néhány mérési eredményt, amelyek részletes adatait az 1. táblázat foglalja össze. A hegesztések és mérések során a szabvány előírásait követtük. Így a próbatesteket a jobb hővezetés érdekében rézgyámba fogattuk be és közvetlenül a hegesztés után a hidrogén diffúziójának lassítása céljából a 8. ábrán is látható, szárazjéggel hűtött denaturált szeszt tartalmazó edénybe tettük. A lehűtött és kifutó lemezekről letört próbatestek acetonos tisztítás és szárítás után a 7. ábrán látható vákuumozott bűrettákba kerültek. A bűretta kapilláris részében a zárófo-

# KUTATÁS – FEJLESZTÉS



7. ábra. Diffúzióképes hidrogéntartalom mérésére szolgáló készülék



8. ábra. Kísérleti összeállítás a hegesztett varratok elkészítésére és azt követő lehűtésére.

| Mérés száma | Próbatest mérete | Hegesztő-anyag                                | Védőgáz*           | Hegesztési és egyéb paraméterek | HD [ml/100g] |
|-------------|------------------|-----------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------|
| 1.          | 12x15x25 mm      | E7018-1 bázikus elektróda                     | -                  | I=100A elektróda Ø3,2 mm        | 2,5          |
| 2.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 2% H <sub>2</sub>  | I=210 A, U=25.5 V 30 cm/min     | 14,6         |
| 3.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 4% H <sub>2</sub>  | I=210 A, U=25.5 V 30 cm/min     | 10,3         |
| 4.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 6% H <sub>2</sub>  | I=210 A, U=25.5 V 30 cm/min     | 10,6         |
| 5.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 10% H <sub>2</sub> | I=210 A, U=25.5 V 30 cm/min     | 56,5         |
| 6.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | CO <sub>2</sub>    | I=215 A, U=27 V 48 cm/min       | 2,5          |
| 7.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 2% H <sub>2</sub>  | I=217 A, U=26.5 V 30 cm/min     | 6,8          |
| 8.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | 2% H <sub>2</sub>  | I=217 A, U=26.5 V 30 cm/min     | 7,5          |
| 9.          |                  | Ø1,0 mm G3Si1 huzal                           | CO <sub>2</sub>    | I=215 A, U=27 V 40 cm/min       | 3            |
| 10.         | 10x15x30 mm      | ER7016 bázikus elektróda (E42 4 B 22 H10)     | -                  | I=125A De=Ø4,0 mm, száraz       | 4,6          |
| 11.         |                  | ER7016 bázikus elektróda (E42 4 B 22 H10)     | -                  | I=125A De=Ø4,0 mm, nedves       | 15,3         |
| 12.         |                  | ER7016 bázikus elektróda (E42 4 B 22 H10)     | -                  | I=125A De=Ø4,0 mm, olajos       | 7,5          |
| 13.         |                  | E7010-G cellulóz elektróda (E42 2 Z C 21)     | -                  | I=130A De=Ø4,0 mm, száraz       | 22           |
| 14.         |                  | E7010-G cellulóz elektróda (E42 2 Z C 21)     | -                  | I=130A De=Ø4,0 mm, olajos       | 19,6         |
| 15.         |                  | E7010-G cellulóz elektróda (E42 2 Z C 21)     | -                  | I=130A De=Ø4,0 mm, nedves       | 18           |
| 16.         |                  | ER6013 rutil bevonatos elektróda (E38 0 R 11) | -                  | I=110A De=Ø3,2 mm, száraz       | 8,5          |
| 17.         |                  | ER6013 rutil bevonatos elektróda (E38 0 R 11) | -                  | I=110A De=Ø3,2 mm, nedves       | 14,8         |

1. táblázat. Vizsgálati eredmények, hegesztési paraméterek.

\*a hidrogén tartalmú védőgázok egyéb összetevői 2-5. számú mérésnél 10% CO<sub>2</sub> + maradék argon, 8-7. számú mérésnél pedig csak argon gáz.

lyadék felett mintegy 3 nap után a varratból eltávozott és összegyűlt hidrogén mennyisége leolvasható. A diffúzióképes hidrogéntartalom 100 g-ra vonatkoztatott mennyisége a bűrettárol leolvasott gázmennyiség, próbatest tömege stb. alapján az 1 és 2 számú egyenlet szerint számítható.

Az 1. táblázat 6 mérési eredményt [15] közöl, ahol fogyóelektródás aktív védőgázos eljárásnál különböző védőgáz a varrat diffúzióképes hidrogén mennyiségére gyakorolt hatását vizsgáltuk. A 2-5. számú mérések során, hegesztésnél a védőgáz hidrogéntartalmát fokozatosan növeltük 2%-tól

10%-ig, áramlási mennyisége 15 l/perc volt. A 6-7. számú mérésnél pedig a hegesztést CO<sub>2</sub> védőgáz kíséretében végeztük. Az egyenletes hegesztési sebesség biztosítása és hegesztőpisztoly lengésének kiküszöbölése érdekében a hegesztőpisztoly gépi megvezetésű volt. A mérések során a védőgáz hidrogéntartalmának fokozatos növelése mellett a varrat diffúzióképes hidrogéntartalma is jelentősen nőtt.

Az 1. táblázatban 9 mérés található, amelyeknél különböző bevonatú elektródákkal, különböző körülmények között való hegesztéskor a varratba került diffúzióképes hidrogéntartalmat

határoztuk meg. Bázikus, cellulóz és rutilos bevonatú 3,2-4 mm-es átmérőjű elektródákat vontunk a vizsgálatba. Vizsgáltuk közvetlen az elektróda csomagolásának felbontása után a varratba került diffúzióképes hidrogén mennyiségét, valamint benedvesített elektródával „szimuláltuk” nedves környezetben tárolt, nedvességet a környezetből felvett bevonatú elektródával készült varrat diffúzióképes hidrogéntartalmát. Néhány esetben az elektróda bevonatát olajjal kentük be hegesztés előtt. A legtöbb esetben a kiszáritott, gyári állapotú elektródával készült varrat diffúzióképes hid-



rogéntartalma 5 ml/100g alatt volt (kivéve cellulóz bevonatú elektródát), ami megfelel az elektródák gyártói specifikumainak. A nedvességet kapott elektródáknál viszont a varrat diffúzióképes hidrogéntartalma minden esetben 10 ml/100g felett volt. Ez az érték már kívül eshet a gyártói előírásokon, amely körülményt a hegesztési technológia tervezésénél figyelembe kell venni.

## Összefoglalás

A hegesztett szerkezetek megbízhatósága fokozott követelményeket támaszt a hegesztési technológiával szemben. A technológia kidolgozásához szükséges információs bázis részét képezi a hidrogéntartalom ismerete, melynek érdekében a Linde elhatározta a hidrogéntartalom mérésére alkalmas eszközrendszer kidolgozását. A diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározása lehetőséget ad különböző hegesztőanyagok minősítésére, illetve segít a hegesztési technológia tervezésére során hegesztési paraméterek előmelegítés, fajlagos hőbevitel stb. helyes értékének megválasztásában.

Az előadás eszközrendszer kifejlesztésének főbb szempontjairól és az elvégzett mérésekről számol be.

## Felhasznált irodalom

- [1] Rollason E.C: Alloy steel welding researches – Influence of hydrogen on weldability. WJ Vol.20. p.604 (1944)
- [2] Flanigan A.E: Hydrogen influence on the ductility of arc welds in mild steels. WJ Vol.23. P193 (1947)
- [3] van den Blink W.P: Hydrogen content of weld metal electrode coatings. WJ Vol.23. p.396 (1947)
- [4] Schaeffler A.L., H.C.Campbell, H Thielsch: Hydrogen in mild steel weld metal. WJ Vol.28. p.283 (1952)
- [5] Fast J.D: Low hydrogen welding electrodes. WJ Vol.29. p.516 (1953)
- [6] Bain G: Low – hydrogen electrodes make preheating unnecessary. WJ Vol.32. p.358 (1956)
- [7] Smith D.C: Evolution of high – tensile weld metal with low hydrogen electrodes. Adams lecture 1957. WJ Vol.33. p.677 (1957)
- [8] Stout R.D: Hydrogen and delayed cracking in steel weldments. WJ

Vol.37. p.155 (1961)

- [9] Baker R.G., F.Watkinson: Spec.Rep.ISI No.73. pp.123-132 (1961)
- [10] Westwood A.R.C: Hydrogen embrittlement of steels.Proc.AIME Met. Soc. Conf.Vol.20. pp.593-605 (1963)
- [11] Rittinger J.: Ötvözetlen és gyengén ötvözött szerkezeti acélok vizsgálata. VASKUT jelentés: 4-1-060 / 1966-67
- [12] Bailey N., R.F.Coe, T.G.Gooch, P.H.M.Hart, N.Jenkins, R.J.Pargeter: Welding steels without hydrogen cracking. Woodhead Publ. Ltd. (2004)
- [13] Kannengiesser Th., N.Tiersch: Measurements of diffusible hydrogen contents at elevated temperatures using different hot extraction techniques – An international round robin test. IIW Doc. II-1706-09
- [14] Kern Ferencné: Diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározása hegesztési varratokban. VASKUT jelentés: SKK-A1-26 / 1976
- [15] Fehérvári Gábor: Diffúzióképes hidrogéntartalom meghatározása hegesztési varratokban. Diplomater, 2010.

\*Fehérvári Gábor  
alkalmazástechnikai mérnök  
Linde Gáz Magyarország Zrt.



## Filtair Pro és Filtair Flat Új légzésvédő maszkok az ESAB-tól

Az ESAB Filtair sorozat azzal a céllal készült, hogy javítsa az eldobható légzésvédő maszkok viselésének kényelmét, megtartva kiváló illeszkedésüket az archoz. A legmodernebb szűrőtechnológia és a lapos szelep alkalmazása csökkenti a légzési ellenállást, a maszkok színekódolása pedig egyszerűvé teszi a különböző védettségi szintek azonosítását. Kínálatunk a legegyszerűbb porszűrő maszktól az aktív szén-szűrős illetve P3 védettséget adó légzésvédőig terjed.

A vörösiszap katasztrófa helyszínén a mentésben résztvevőket 5000 db ESAB Filtair Flat és Pro légzésvédő maszkkal segítettük.

[www.esab.hu](http://www.esab.hu)

# A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

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

| <b>Jogi tagok:</b><br>az alábbi 28 hegesztéssel<br>kapcsolatos<br>gyártó, szerelő<br>kis-, közép- és nagyvállalat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Tagok:</b><br>az alábbi 10 intézmény<br>és 11 vállalkozás,<br>melyek az Egyesülés<br>alap-, közép- és felsőfokú<br>hegesztőképzését bonyolítják                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Tagok:</b><br>az alábbi 41 cég,<br>melyek hegesztő alapanyag-,<br>segédanyag-kereskedelemmel,<br>gépgyártással foglalkoznak<br>és hegesztéssel kapcsolatos<br>szolgáltatást nyújtanak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Albatross PLASTUNION Zrt.<br>Alstom Hungária Zrt.<br>BIS Hungary Kft.<br>Bombardier Transportation MÁV<br>Hungary Kft.<br>CH-PLUSSZ-2000 Kft.<br>DAK Acélszerkezeti Kft.<br>DKG-EAST Zrt.<br>Ganz Transelektro Villamossági Zrt.<br>GANZ Híd-, Daru-<br>és Acélszerkezetgyártó Zrt.<br>GYEGÉP Kft.<br>INVESTMONT Kft.<br>KÉSZ Ipari Gyártó Kft.<br>Kőolajvezetéképítő Zrt.<br>KÓPIS és TÁRSA Kft.<br>Közép-európai Gázterminál Nyrt.<br>KRAUSE Ipari, Szolgáltató és<br>Kereskedelmi Kft.<br>MÁTRAFÚTÓBER<br>Acélszerkezet Gyártó Kft.<br>MCE Nyíregyháza Kft.<br>Molnár Zrt.<br>Paksi Atomerőmű Zrt.<br>PETROLSZOLG Kft.<br>Plazma-Technológia Kft.<br>PYLON-94<br>Gép- és Acélszerkezetgyártó Kft.<br>Ruukki Tisza Zrt.<br>Szellőző Művek Kft.<br>TE Ganz-Röck Zrt.<br>T-L-C Kft.<br>Nemzetközi Vegyészer Zrt. | ADU Oktatási Központ<br>ANDRÁSSY Gyula Szakközépiskola<br>BME ATT<br>CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési<br>Tanácsadó Kft.<br>Debreceni Egyetem Műszaki Kar<br>DUNAGÁZ Zrt.<br>Dunaújvárosi Főiskola<br>EÖTVÖS Loránd Szakközépiskola és<br>Szakiskola<br>EUROKT-AKADEMIA Szakképző és<br>Szakmai Szolg. Kft.<br>GYÁÉV Szakképzési<br>és Továbbképzési Kft.<br>ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.<br>Kecskeméti Főiskola<br>Műszaki Főiskolai Kar<br>Mátrai Hegesztéstechnikai és<br>Szakképzési Kft.<br>MISKOLCI EGYETEM Mechanikai<br>Technológiai Tansz.<br>Nyíregyházi Főisk. Műsz. Alapozó<br>és Gépgyárttechn. Tansz.<br>Óbudai Egyetem BGK<br>OKTÁV Továbbképző Központ Zrt.<br>ORSZAK Bt.<br>SLV München GSImbH<br>SZILY Kálmán Kéttannyelvű<br>Műszaki Középiskola<br>SZTÁV Felnőttképző Zrt. | AC Plymovent Kft.<br>AGMI Anyagvizsgáló és<br>Minőségellenőrző Zrt.<br>AIR LIQUIDE HUNGARY Kft.<br>„AUTOMED” Autogénteknikai Kft.<br>BÖHLER Kereskedelmi Kft.<br>C & T Hegesztéstechnikai<br>Kereskedőház Kft.<br>COKOM Mérnökiroda Kft.<br>CORWELD PLUS Kft.<br>Dr. Rittinger János egyéni vállalkozó<br>ECM Irányítási Rendszerek Európai<br>Tanúsítási Szolgálat Kft.<br>ÉMI-TÜV SÜD Kft.<br>Erdőkémia Kft.<br>ESAB Kft.<br>FEMA Kereskedelmi Kft.<br>FROWELD Kft.<br>HEGPONT Kft.<br>INTERWELD Kft.<br>Interweld-Nagykőrös Kft.<br>INVENT-WELDING<br>Kereskedelmi Kft.<br>KE-TECH Kft.<br>LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.<br>MAROVISZ<br>MESSER HUNGAROGÁZ Kft.<br>MIGATRONIC Kft.<br>MINELL Kft.<br>Műszaki Biztonsági Vizsgáló és<br>Tanúsító Intézet Kft.<br>OLVEX Kft.<br>POLYWELD Kft.<br>Rechnen Hegesztőház Kft.<br>REHM Hegesztéstechnika Kft.<br>Richter & Richter Kft.<br>SIAD HUNGARY Kft.<br>SOVEREIGN Kft.<br>SOYER Magyarország Kft.<br>TAM CERT Magyarország Vizsgáló<br>és Tanúsító Kft.<br>TRAKIS-HETRA Kft.<br>TÜV Rheinland InterCert Kft.<br>VISZÉK Kft.<br>VÖRSAS Kft.<br>WELDIMPEX Termelő és<br>Kereskedelmi Kft.<br>WELDMATIC Kft. |



# ***Az MHtE szolgáltatásai***

**MINŐSÉGI RENDSZER TANÚSÍTÁSA**  
az MSZ EN ISO 9001 szerint

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

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

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

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

**VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE**  
az MSZ EN 473\*, vagy az MSZ EN 4179\*\* szerint

\* NAT akkreditációnk van; \*\* kijelölésünk van a légiközlekedési hatóság által

**ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS**  
a DIN EN 18800/7, EN 15085 szerint  
a GSI/SLV-val kötött szerződés alapján

Hegesztőbázisok tanúsítása  
(fém és műanyagot hegesztők  
oktatása)

Oktatási szoftverek,  
jegyzetek eladása

„Hegesztéstechnika”  
folyóirat  
(cikkek, hirdetések)

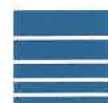
Hegesztési felelősök országos tanácskozása  
Konferencia és kiállítás szervezés

# Egyedülálló minőségű hegesztőhuzalok az Ön hegesztési feladataihoz.



## **STEIN-MEGAFIL® hegesztőhuzalok.**

A varratmentes, zárt csőkeresztmetszetű porbeles huzal egyedülálló tulajdonságaival az Ön hegesztési igényeihez lett kifejlesztve. Torziós feszültségtől és elfordulástól mentes, nagy méret- és formastabilitású huzal - megbízható társ a precíz hegesztési folyamatokhoz. Nedvességre érzéketlen, visszaszárítás nélkül felhasználható. Az áramátadás kitűnő, a hegesztőív rendkívül stabil.



## **DRAHTZUG STEIN**

wire & welding

Drahtzug Stein  
67317 Altfeiningen (Germany)

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

info@drahtzug.com  
www.drahtzug.com

Magyarországi kizárólagos képviselő:

Hegpont Kft  
H 1239 Budapest,  
Grassalkovich út 255

Tel: +36 1 2873 966  
Fax: +36 1 2859 200

info@hegpont.hu  
www.hegpont.hu





elő héjakat. Az ismeretlenek ebben az esetben az alaphéj vastagság  $t$ , a borda vastagság  $t_s$ , borda szám  $n_s$ , illetve, ahol lehetőség van rá a héj sugara  $R$ .

## Hajlított hosszboardás hengeres héjak méretezése

A hajlított hosszboardás hegesztett hengeres héjszerkezet vizsgálatához egy hídszerkezetet vizsgáltunk. A vizsgált szerkezet egy csuklós alátámasztású szállítószalag hordozó híd. A híd terhelésének vizsgálatánál figyelembe vesszük a héjszerkezet önsúlyát, a beépített szállítószalag rendszer súlyát és az üzemeltetés során keletkező terheléseket is. A híd hengerességének biztosítására négy-szög-keresztmetszetű gyűrű bordák szolgálnak. A merevítéshez használt lemez-hosszboardákat a héj területén egyenletesen osztottuk el.

A méretezési feltételek közül először is vizsgáljuk a héj helyi horpadását. A helyi és bordaközi héj horpadási szilárdsága az API szabványai szerint számítható. A héj helyi horpadásának feltétele a következőképpen írható fel:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Q\pi R^2 t_E} \leq \sigma_L^* \quad (27)$$

A bordaközi horpadást a következőképpen írhatjuk fel:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_B^* \quad (28)$$

A hajlítási feszültség és a bordaközi horpadást létrehozó terhelés meghatározása meglehetősen hosszadalmas, de ez adja a legjobb összefüggést a vizsgálat és az előre várható terhelések között. Ez a módszer Faulkner által javasolt eljárás alapján. Rugalmas kihajlási feszültségekre a rugalmas bordaközi horpadás instabilitási feszültsége közelítőleg a héjra ható horpadási feszültségnek és a hosszirányú bordára és a héj együttdolgozó szélességére ható bordási feszültség összege. A képlékeny kihajlási feszültségek kiszámíthatók az Ostenfeld-Bleich kifejezés felhasználásával.

Végül a lehajlási feltétel

$$w_{\max} \leq \frac{L}{\Phi} \quad (29)$$

ahol  $L$  az alátámasztási térköz hossza,  $\Phi$  lehajlási tényező. A héj lehajlása a következőképpen számítható:

$$w_{\max} = \frac{5p_0 L^4}{384EI_x} \quad (30)$$

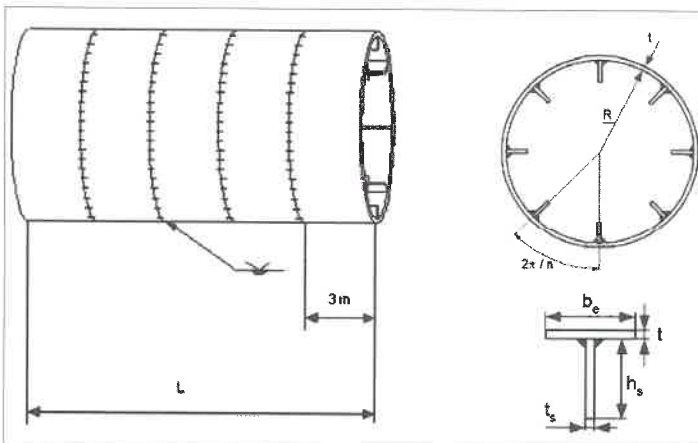
Optimalizált szerkezeti megoldások különböző bordaszámokra teljes gyártási költség minimumra a 3. táblázatban láthatók.

Az itt elvégzett költség optimalizálás eredményeiből látható, hogy az anyagköltségre számított optimum és a gyártási költségeket is tartalmazó optimum más szerkezetekre adódik ki. A két optimum közötti különbség az anyagköltségben kisebb, mint 1%, de a teljes gyártási költséget nézve 11% körüli lesz az eltérés. Ez a különbség az anyagköltség minimumra való optimalizálás során jelentkező nagy bordaszám miatt alakul ki.

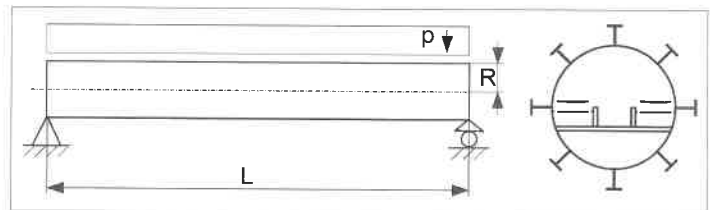
## Hajlításra terhelt külső hosszboardás hengeres héjak méretezése

Ebben a vizsgálatban szállítószalag-hídként alkalmaztuk a körhengerhéjat. Mivel a külső hosszboardák alkalmazása nagyobb szilárdságot eredményez, külső hosszboardákkal számoltam, melyek keresztmetszete félbe vágott hengerelt I-szelvény (az ARBED acélgyár katalógusa szerinti UB – Universal Beam angol gerenda-szelvény).

A szalaghidaknál a középső lehajlást a megfelelő merevség érdekében célszerű korlátozni. A lehajlás-számításnál lényeges különbséget



Hajlított hosszboardáshengeres héjak méretezése



Hajlításra terhelt, külső hosszboardás, hengeres héjak méretezése

| t [mm]    | t <sub>s</sub> [mm] | n <sub>s</sub> | K <sub>m</sub> [€] | K [€]         |
|-----------|---------------------|----------------|--------------------|---------------|
| 21        | 4                   | 6              | 84305              | 176222        |
| <b>17</b> | <b>7</b>            | <b>7</b>       | <b>69372</b>       | <b>139320</b> |
| 17        | 7                   | 8              | 69579              | 140471        |
| 17        | 6                   | 9              | 69291              | 139539        |

3. táblázat

| $\Phi$ | Bordázott héj |                     |                |                             |        | Bordázatlan héj |                             |        | Költség-különbség |
|--------|---------------|---------------------|----------------|-----------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|--------|-------------------|
|        | t [mm]        | h <sub>s</sub> [mm] | n <sub>s</sub> | w <sub>max</sub> ≤ L/Φ [mm] | K [€]  | t [mm]          | w <sub>max</sub> ≤ L/Φ [mm] | K [€]  |                   |
| 400    | 9             | 152                 | 5              | 109.4 < 150                 | 105636 | 9               | 116 < 150                   | 104307 | +1%               |
| 500    | 9             | 152                 | 5              | 109.4 < 120                 | 105636 | 9               | 116 < 120                   | 104307 | +1%               |
| 600    | 8             | 533                 | 6              | 89.3 < 100                  | 115789 | 12              | 96 < 100                    | 128797 | -10%              |
| 700    | 8             | 762                 | 5              | 78.7 < 85.7                 | 125305 | 15              | 84 < 85.7                   | 153441 | -18%              |
| 800    | 8             | 914                 | 5              | 71 < 75                     | 137071 | 19              | 74 < 75                     | 186896 | -26%              |
| 900    | 7             | 838                 | 9              | 63.6 < 66.6                 | 153702 | 24              | 66 < 66.6                   | 230062 | -33%              |
| 1000   | 7             | 838                 | 12             | 58.2 < 60                   | 178289 | 31              | 59 < 60                     | 293528 | -39%              |

4. táblázat

| Bordázott héj |          |                        |                |               | Bordázatlan héj |          |               | Költségekülönbség |
|---------------|----------|------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------|---------------|-------------------|
| R<br>[mm]     | t [mm]   | h <sub>s</sub><br>[mm] | n <sub>s</sub> | K<br>[\$]     | R<br>[mm]       | t [mm]   | K<br>[\$]     |                   |
| 2350          | 9        | 152                    | 5              | 127398        | 2400            | 9        | 130471        |                   |
| <b>2400</b>   | <b>8</b> | <b>152</b>             | <b>5</b>       | <b>119354</b> | <b>2450</b>     | <b>8</b> | <b>122490</b> | <b>-2,5%</b>      |
| 2450          | 8        | 152                    | 5              | 121339        | 2500            | 8        | 124679        |                   |

5. táblázat

jelent, hogy a hosszbordák kívülre vagy belülre vannak hegesztve, ezért a gazdaságosabb külső bordázást választjuk. Hogy a bordázás a lehető leg gazdaságosabb legyen, minél nagyobb keresztmetszetű bordákat célszerű alkalmazni minél kisebb lehegesztő varratokkal. A teljes hengerelt I-szelvény talpát nehéz lenne a héjhoz hegesztetni, ezért kettévágott I-szelvényt használunk, amelynek a gerincét minimális méretű hossz-sarokvarratokkal hegesztjük a héjhoz.

A bordázott héj bordázatlannal való összehasonlítása volt a vizsgálat egyik célja. A bordázott héj optimalizálásához szükséges összefüggések közül az első a bordázatlan héjpanel horpadása a bordák között.

Méretezési feltételeket a DNV tervezési szabályai szerint számoljuk.

$$\sigma_a = \frac{M}{R^2 \pi t_e} \leq \sigma_{cr} = \frac{f_y}{\sqrt{1 + \lambda^4}} \quad (31)$$

A lehajlási feltétel a következőképpen írható le:

$$w_{\max} = \frac{5 p_0 L^4}{384 E I_{y0}} \leq \frac{L}{\Phi} \quad (32)$$

$p_0$  a biztonsági tényezők nélküli teherintenzitás, a  $\Phi$  lehajlási tényező 400 – 1000 között változik.

Az optimalizálás eredményei változó lehajlási tényezőre a 4. táblázatban tekinthető meg.

Jelentős költségmegtakarítás érhető el hosszbordázással, ha a lehajlási feltétel aktív. Esetünkben a költségkülönbség 10–39%, ha a  $\Phi$  lehajlási tényező 600–1000. Ha ez a tényező 400–500, akkor a bordázás nem gazdaságos, mert a bordázatlan héj 1%-kal olcsóbb a bordázottnál.

Az eredmények sugár optimalizásra az 5. táblázatból olvashatók.

Látható, hogy változó optimalizált átmérő mellett a bordázott héj esetén a bordázatlan héj esetén is más sugárnál van az optimum, ami itt is a bordázott héj gazdaságosságát mutatja. Tehát a sugár optimalizálásával

jelentősen csökkenthetők a költségek bordázott és bordázatlan esetben is.

## Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítéséhez az OTKA 75678 számú kutatás-támogatási projekt nyújtott támogatást. Szintén támogatást nyújtott a TÁMOP 4.2.1.B-10/1/KONV A felsőoktatás minőségének javítása a kutatás-fejlesztés-innovációkutatás fejlesztésén keresztül program.

## Hivatkozások

- 1 COSTCOMP (2002) Programm zur Berechnung der Schweisskosten. Deutscher Verlag für Schweißtechnik, Düsseldorf.
- 2 Farkas J. & Jármái K. (2003) Economic design of metal structures, Millpress Science Publisher, Rotterdam, 340 p. ISBN 90 77017 99 2
- 3 Farkas,J.,Jármái,K. (2008): Design and optimization of metal structures, Horwood Publishers, Chichester, UK, 2008. 328 p. ISBN: 978-1-904275-29-9
- 4 Jármái,K. & Farkas,J. (1999) Cost calculation and optimization of welded steel structures, Journal of Constructional Steel Research, Elsevier, 50 No. 2. 115-135.
- 5 Ott,H.H. & Hubka,V (1985) Vorausberechnung der Herstellkosten von Schweiss-konstruktionen (Fabrication cost calculation of welded structures). Proc. Int. Conference on Engineering Design ICED, 1985, Hamburg, 478-487. Heurista, Zürich.
- 6 Pahl,G. & Beelich,K.H. (1992) Kostenwachstumsgesetze nach Ähnlichkeits-beziehungen für Schweiss-verbindingen. VDI-Bericht, Nr. 457, 129-141, Düsseldorf.
- 7 Tizani,W.M.K., Yusuf,K.O., Davies,G. & Smith,N.J. (1996) A knowledge based system to support joint fabrication decision making at the design stage – Case studies for CHS trusses. Tubular Structures VII. Eds Farkas,J. & Jármái,K. Rotterdam-Brookfield, Balkema, 483-489.
- 8 Virág Z. (2000) Optimum design of stiffened plates, MicroCAD2000, ISBN 963 661 423 7, pp. 111-116.
- 9 Virág Z., Jármái K. (2003) Parametric studies of uniaxially compressed and laterally loaded stiffened plates for minimum cost, International Conference on Metal Structures (ICMS) 2003, ISBN 90 77017 75 5, Millpress Publishers Rotterdam, pp.237-242.
- 10 Farkas,J., Jármái,K., Virág,Z. (2003) Minimum cost design of ring-stiffened cylindrical shells subject to axial compression and external pressure, 5th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization, Lido di Jesolo, Venice, Italy, May 19-23, 2003. ISBN 88-88412-18-2, pp. 63-64. Proceedings on CD A132.pdf, 6 p. Schöenfeld & Ziegler, ISBN 88-88412-27-1
- 11 Virág Z. (2003) Minimum cost design of a stringer stiffened welded cylindrical shell loaded in bending, PhD. Hallgatók IV. Nemzetközi Konferenciája, ISBN 963 661 591 8, pp. 243-248.
- 12 Farkas,J., Jármái,K., Virág,Z. (20004): Optimum design of a belt-conveyor bridge constructed as a welded ring-stiffened cylindrical shell, 56th Annual Assembly of International Institute of Welding, Welding in the World, Vol.48, N° 1/2, pp. 37-41, ISSN 0043-2288.

Dr. Virág Zoltán  
Miskolci Egyetem,  
Geotechnikai Berendezések  
Intézeti Tanszék

Dr. Jármái Károly  
Miskolci Egyetem,  
Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék



THE LINDE GROUP

Linde



**40%-os bevezető akció**  
2010. december 31-ig, illetve a készlet erejéig.  
Az akció ideje alatt akár  
**99,- Ft/db áron is hozzájuthat\***

# Linde automata hegesztő fejpajzs

## Professzionális automata hegesztőpajzs az iparban dolgozó hegesztők számára

A Linde a hegesztési eszköz palettáját egy kiváló minőségű és versenyképes árfekvésű hegesztőpajzsral bővítette, melyet most bevezető áron kínálunk vevőinknek.

Az új Linde hegesztőpajzsot szigorú szakmai előírások figyelembevételével készítettük azoknak az ipari hegesztőknek, akik nem csak alkalomszerűen hegesztenek.

A pajzs teljes körű és megbízható védelmet nyújt, emellett könnyű és rendkívül kényelmes.

**Az új Linde pajzsot az alábbi kedvező tulajdonságokkal ajánljuk:**

- Automatikus sötétedő lencsájének köszönhetően megbízható védelmet nyújt a szemnek elektromos ívhegesztés közben.

- Tartós védelmet nyújt az ultrabolya és az infravörös sugárzás hatásaival szemben, valamint védelmet biztosít a hővel és a szikrákkal szemben.
- Optimális védelmet nyújt a szemeknek a hegesztőív által okozott veszélyekkel szemben.
- A pajzs kialakítás könnyű, ezáltal kényelmesebb és nem fárasztó a viselete.

A hegesztőpajzsot a legtöbb ívhegesztési alkalmazásnál lehet használni, például: MIG/MAG, TIG, MMA, plazma hegesztés, plazma vágás.

Bővebb információért forduljon munkatársainkhoz!

*\*Az akció ideje alatt akár 99,- Ft/db áron is hozzájuthat a pajzshoz, amennyiben egyszeri vásárlás alkalmával legalább 1 raklap (1080 kg) Linde márkájú G3Si1 vagy G4Si1 minőségű hegesztő huzalt rendel!*

**Linde Gáz Magyarország Zrt.** Alkalmazástechnikai központ  
1097 Budapest Illatos út 17.  
Telefon: 1-347-4724, Fax: 1-347-4830  
[www.lindegas.hu](http://www.lindegas.hu), [linde-gas@hu.linde-gas.com](mailto:linde-gas@hu.linde-gas.com)

BUSINESS  
Superbrands  
3x

# CÉGEK LISTÁJA AKIK HITTEK A KÖZÖS EGYÜTT- MŰKÖDÉSBEN:

ROYAL DUTCH SHELL

KELLOGS BROWN AND ROOT, USA

NORSK HYDRO, NORWEGIA

HEEREMAC, THE NETHERLANDS

FMQ, SAUDI ARABIA

QUALITY INTERNATIONAL, UAE

CCIC, QATAR

SUEDROHRBAU, SAUDI ARABIA

STORK MEC, BELGIUM

NACAP ASIA PACIFIC, THAILAND

EXXON MOBIL, USA

OILSERV, NIGERIA

GENERAL ELECTRIC, USA

TEKFEN, TURKEY & OMAN

MONTER STROJARSKE MONTAZE, CROATIA

GALFAR E&C, OMAN

ARAMCO SERVICES, SAUDI ARABIA

CANADOIL ASIA, THAILAND

VAM, MCE GROUP, AUSTRIA

OA O LUKOIL, RUSSIA

LARSEN & TOUBRO LTD, INDIA

NIS-NAFTAGAS, SERBIA

PETROJET, EGYPT

KEVIEPSZER KFT., HUNGARY

KVV ZRT., HUNGARY

PETROFAC, UAE

ENI-SNAM, SAUDI ARABIA

BIN QURAYA EST., SAUDI ARABIA

...ÉS MÉG SOKAN MÁSKO

- AUTOMATA CSŐHE-  
GESZTŐRENDSZEREK  
MINDEN MEGOLDÁSRA
- 4"-TŐL FELFELE
- BELSŐ ÉS KÜLSŐ  
CSŐHEGESZTÉS

## ÚJ MODELL HEGESZTŐ TRAKTOR

# MAGNATECH

INTERNATIONAL BV

WWW.MAGNATECH-INTERNATIONAL.COM



Dr. Palotás Béla\*

## A hegesztési paraméterek egyszerű meghatározása

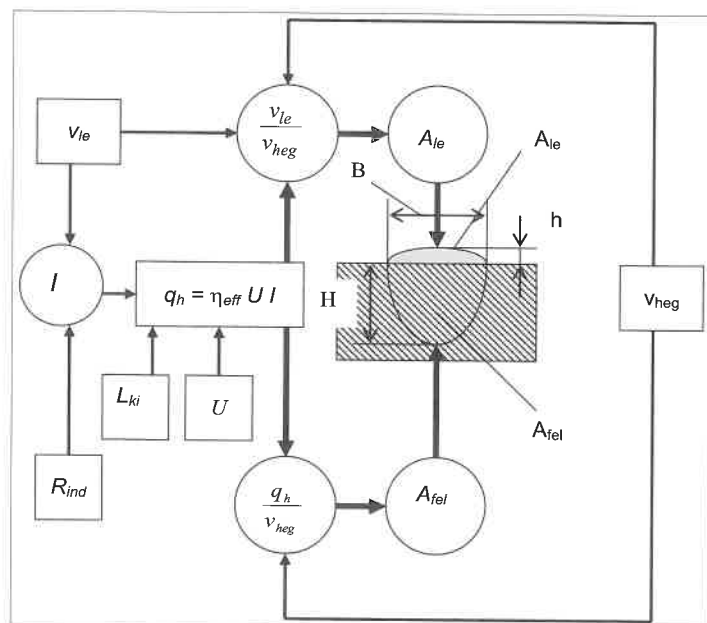
A hegesztés minőségirányítása szempontjából fontos a hegesztési paraméterek megbízhatósága. Megbízható és alkalmazható hegesztési paraméterek meghatározása nem egyszerű feladat. A dolgozat bemutatja a fő ívhegesztési paraméterek összefüggéseit, a paraméterek számításának lehetséges egyszerű, ugyanakkor a gyakorlat által igazolt módjait, az iparban legfontosabb ívhegesztési eljárásokra. A hegesztő technológusok feladata többek között a gyártói hegesztési utasítások (WPS-k) elkészítése. A WPS elkészítése és annak megbízhatósága alappillére

### Az ívhegesztési eljárások hegesztési paramétereinek összefüggése

A gyakorlatban alkalmazott legfontosabb ívhegesztési eljárások – nem törekedve a teljességre – a következők:

A bevont elektródás kézi ívhegesztés,  
Az argon védőgázos volfrámelektródás ívhegesztés,  
A fogyóelektródás védőgázos ívhegesztések, így  
Széndioxid védőgázos ívhegesztés,  
A keverék – védőgázos ívhegesztés,  
A portöltetű huzalos védőgázos ívhegesztés,  
Az argon védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés,  
A fedett ívű hegesztés.

Ha ezeket az eljárásokat tekintjük, a varrat képződésében elsődlegesen ható hegesztési paraméterek hatását az 1. ábrán szemléltetjük: [1] -ből kiindulva. A varratok két részre oszthatók, a leolvasztott ( $A_{le}$ ) és a felolvasztott ( $A_{fel}$ ) keresztmetszetre. A feladattól függ az, hogy a felolvasztott, vagy a leolvasztott keresztmetszetet írják elő. Az első



1. ábra. A hegesztési paraméterek hatása a varrat keresztmetszetére

a hegesztés minőségirányításának. A WPS-k elkészítése jelentős szakmai tapasztalatokat igényel. Minden olyan módszer, amely a gyakorlatban is használható hegesztési paraméterek meghatározását segíti, rendkívül hasznos a gyakorlatban.

A hegesztési paraméterek meghatározásának alapja a paraméterek hatásainak, összefüggéseinek ismerete. A paraméterek összefüggéseinek elemzése alapján teszünk javaslatot a paraméterek számítására és azok egyszerű és igényesebb – számítógéppel is lehetséges – meghatározására.

esetben egy tér feltöltése a feladat, a második esetben pedig egy adott beolvadási mélység elérése a cél. Mindkét esetben van felolvasztás is és leolvasztás is. Ha a feltöltés a cél (feltöltő hegesztések) a kontinuitás összefüggését kell figyelembe vennünk. Ez azt fejezi ki, hogy a hegesztőanyagból leolvadt fém a tér feltöltésére szolgál.

Az ábrán alkalmazott jelölések a következők:  $I$  áramerősség A-ban,  $U$  ívfeszültség V-ban,  $\eta_{eff}$  effektív hatásfok,  $q_h$  hőbevitel J/s-ban,  $L_{ki}$  huzalkinyúlás mm-ben,  $R_{ind}$  induktív ellenállás,  $A_{fel}$  az ún. felolvasztott varratkeresztmetszet mm<sup>2</sup>-ben. Az ábrán a kiválasztható paramétereket négy-szöggel adtuk meg, a kiadódó paramétereket pedig körrel jelöltük.

A kontinuitás összefüggése a következő:

$$v_{le} A_d \eta_{ki} = v_{heg} A_{le} c \quad (1)$$

Itt,  $v_{le}$  a leolvadási sebesség, szokásos mértékegysége m/min,  $A_d$  a hegesztő anyag fémes keresztmetszete (ami varrat képzésre felhasználható) mm<sup>2</sup>-ben,  $v_{heg}$  a hegesztési sebesség mm/min-ben, de sokszor kell mm/s-ban helyettesíteni.  $A_{le}$  a leolvasztott varrat keresztmetszet mm<sup>2</sup>-ben,  $\eta_{ki}$  a kihozatali hatásfok, ez pl. CO<sub>2</sub>-hegesztésre 0,9. A mértékegységek közötti átváltás miatti konstans  $c$ -vel jelöltük.

A felolvasztott varrat keresztmetszet a szükséges beolvadási mélységből ( $H$ ) és a varrat szélességből ( $B$ ) számítható. Gyakorlati tapasztalat, hogy:

$$A_{fel} = 0,6 B H \quad (2)$$

A felolvasztott keresztmetszet azonban a fajlagos hőbevitelből is meghatározhatjuk (3):

$$A_{fel} = \frac{1}{Q} \frac{U \eta_{eff}}{v_{heg}} \eta_{term} \quad (3)$$

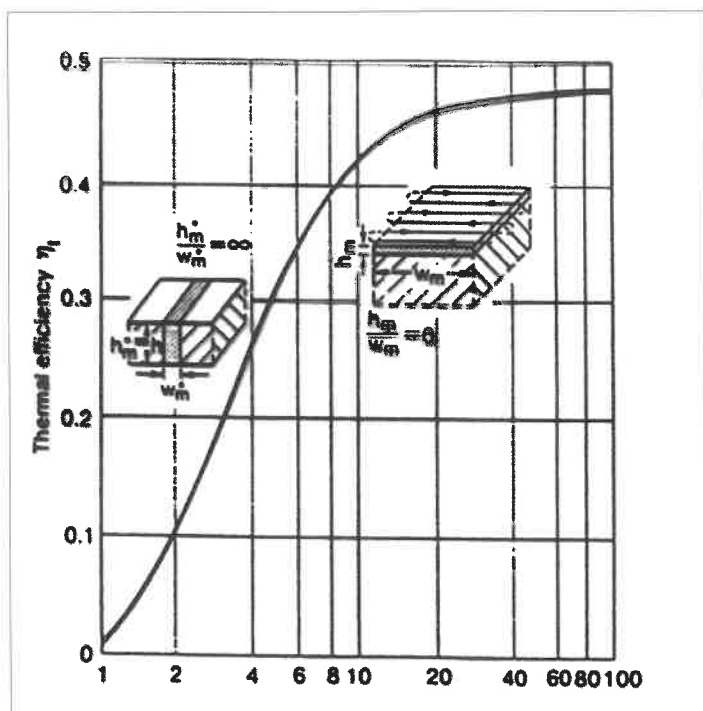
Itt  $Q$  az adott fém megolvasztásához szükséges hőmennyiség (J/mm<sup>3</sup>-ben),  $\eta_{term}$  a termikus hatásfok.

A fém megolvasztásához szükséges hőmennyiséget a (4) összefüggéssel közelíthetjük, [2] alapján:

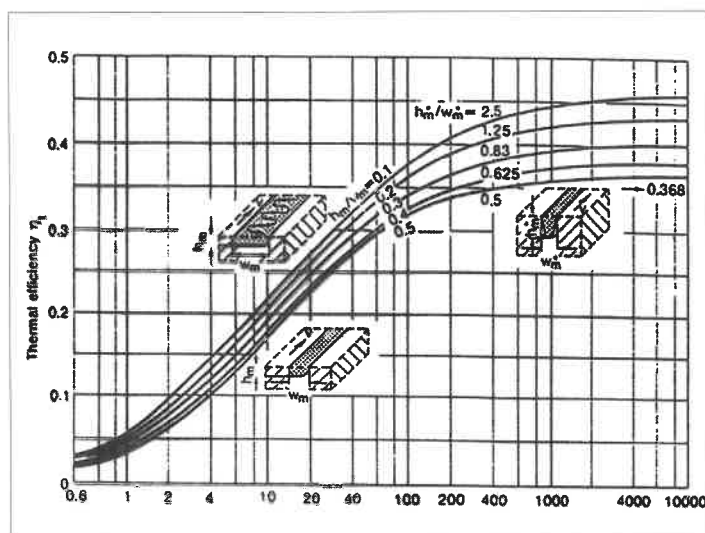
$$Q = \rho S_s \approx \frac{(T_{op} + 273)^2}{300000} \quad (4)$$

Itt  $\rho$  az adott fém sűrűsége [g/mm<sup>3</sup>],  $S_s$  pedig az olvadási hőtartalom J/g-ban. A közelítő összefüggésben  $T_{op}$  az adott fém olvadáspontja, °C-ban.

A termikus hatásfok ( $\eta_{term} = \eta_t$ ) több tényezőtől is függ, elsősorban egy dimenzió nélküli számtól, amelynek értéke attól függ, hogy a hőelvezetés 2 vagy 3 dimenziós, illetve a varrat geometriai adatait is figyelembe kell venni. A termikus hatásfok 2 dimenziós esetben a 2. ábrán, a 3 dimenziós esetben pedig a 3. ábrán látható [3]:



2. ábra A termikus hatásfok 2D – s hőelvezetésénél

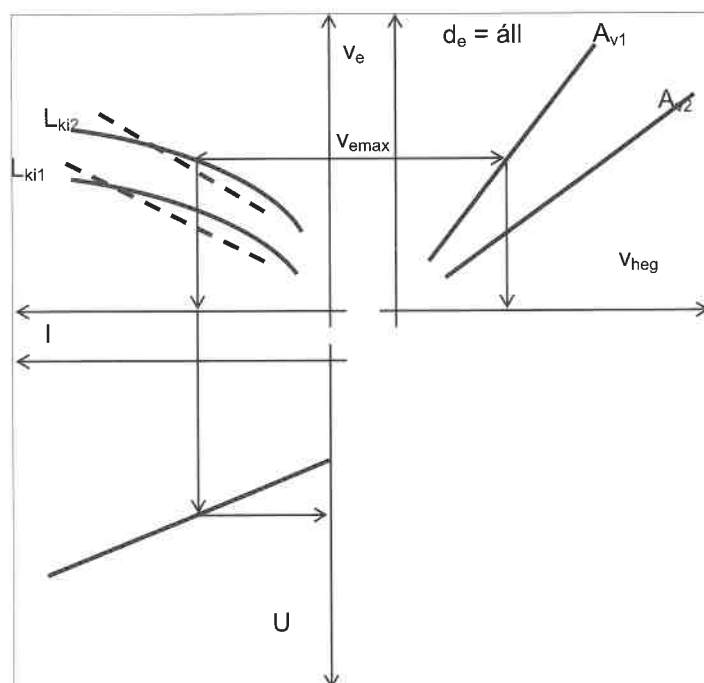


3. ábra. A termikus hatásfok 3D – s esetben

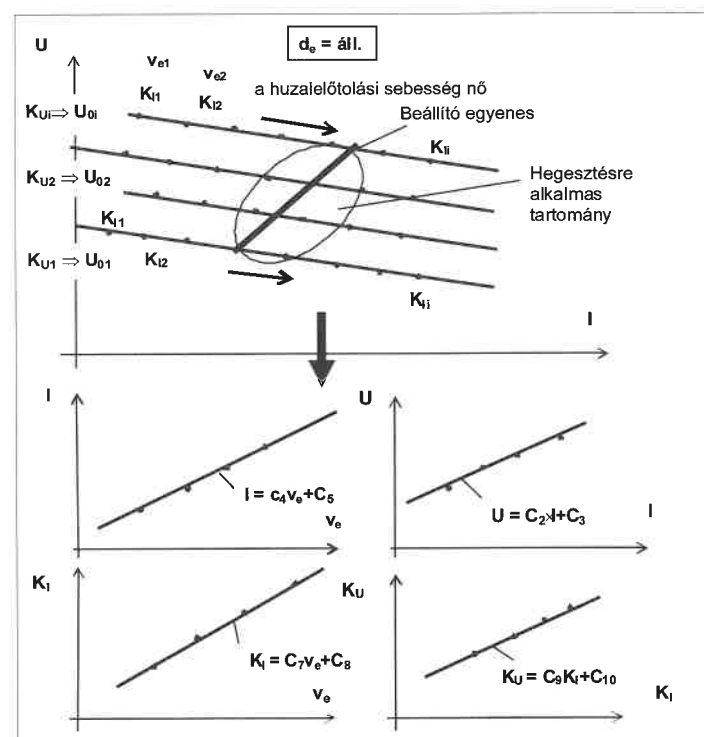
Az ábrák vízszintes tengelyén egy dimenzió nélküli szám látható, amelynek értéke 2D-s esetben (5)-el, 3D-s esetben (6)-al határozható meg:

$$X_2 = \frac{q_h}{s a Q} \quad (5)$$

$$X_3 = \frac{q_h v_{heg}}{a^2 Q} \quad (6)$$



4. ábra. A hegesztési paraméterek összefüggése fogyóelektródás hegesztéseknél (Itt  $v_e$  a huzal előtolási sebesség,  $A_v$  varrat keresztmetszet,  $d_e$  huzalátmérő)



5. ábra. A gépbemérés módszere



Az összefüggésekben  $q_h$ : a hőbevitel (lásd 1. ábra),  $a$ : a hőmérséklet vezetési tényező ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ),  $s$ : a falvastagság mm-ben.

Azt, hogy a hővezetés 2D-s vagy 3D-s, a (7)-s összefüggéssel dönthető el. Ha a falvastagság ( $s$ ) nagyobb a kritikus falvastagságnál ( $s_{krit}$ ), akkor a hővezetés 3D-s:

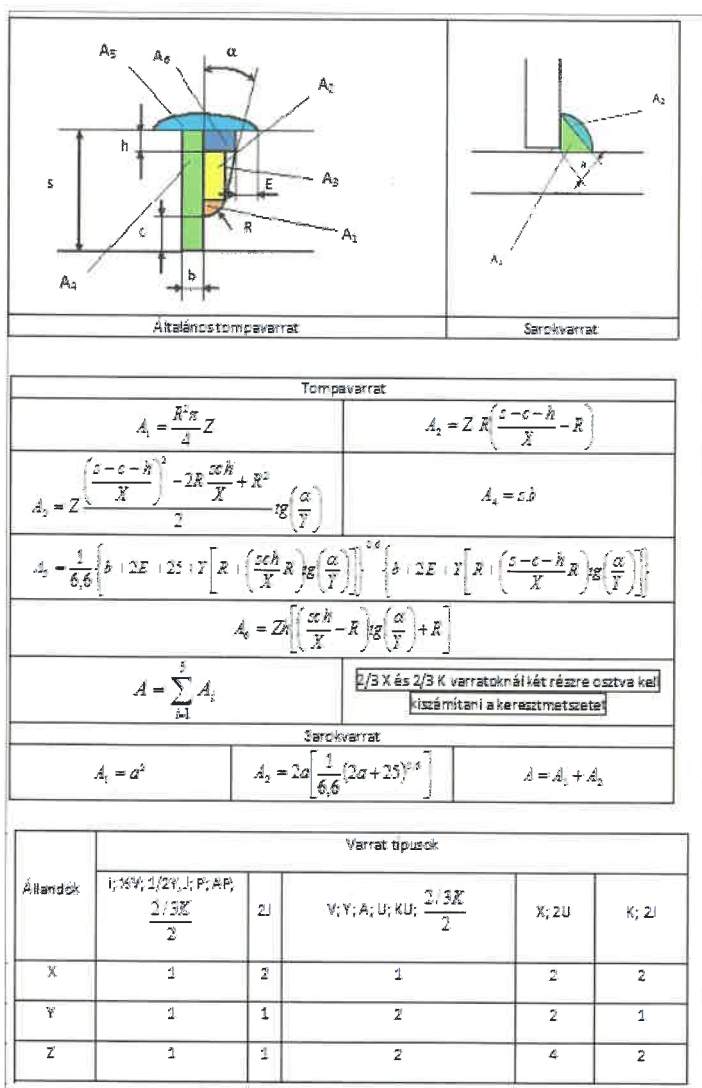
$$s_{krit} = \sqrt{\frac{q_h}{v_{heg} 2c\rho} \left( \frac{1}{500 - T_0} + \frac{1}{850 - T_0} \right)} \quad (7)$$

Ebben az összefüggésben  $c$  a fajhő illetve  $c\rho$  a térfogati fajhő [ $\text{J}/\text{mm}^3\text{°C}$ ],  $T_0$  az előmelegítési hőmérséklet [ $\text{°C}$ ].

Kétdimenziós hővezetésnél a maximális termikus hatások 0,48; míg háromdimenziós hővezetés esetén 0,46 a maximális érték. Tehát a bevitt hőnek csak kis része (legfeljebb fele) használható fel az alapanyag felolvasztására.

Bevont elektródás kézi ívhegesztésnél az ún. kihúzási hossz ( $KH$ , mm) ez az elektróda hasznos hosszával hegesztett varratsor hosszát jelenti, előírásával biztosítható az előírt varrat keresztmetszet és a fajlagos hőbevitel:

$$A_{sor} KH = A_{el} L_h \eta_{ki} \quad (8)$$



6. ábra. Varratok keresztmetszetének számítása

Itt  $A_{sor}$  a hegesztett sor keresztmetszete ( $\text{mm}^2$ ),  $A_{el}$  az elektróda maghuzalának keresztmetszete ( $\text{mm}^2$ ),  $L_h$  az elektróda hasznos hossza (a teljes hosszából ( $L_t$ ) 40–50 mm-t szokás meghagyni, így  $L_h = L_t - (40 \dots 50)$ , mm),  $\eta_{ki}$  a kihozatali hatások.

Fogyóelektródás hegesztéseknél a hegesztési paraméterek között érvényesek a 4. ábra szerinti összefüggések. (A paraméterek közötti kapcsolat a fedett ív hegesztésre is igaz.)

A hegesztési paraméterek közül egyet megválasztva a többi paraméter kiadódik, például kiindulva a huzalelőtolási sebességből, mind az áramerősség és az ívfeszültség, illetve (1) alapján a hegesztési sebesség is meghatározható (ezt a fenti ábrán grafikusán is feltüntettük). Fogyóelektródás hegesztéseknél a stabilitási feltételnek is teljesülnie kell,  $v_{le} = v_e$ .

A gyakorlatban ajánlások léteznek a hegesztési paraméterek összefüggéseire, természetesen ezek jól használhatók, de pontosabb ha gépbeméréseket végzünk el ([4]).

A gépbemérési módszer lényegét az 5. ábrán szemléltetjük.

Adott hegesztőgép karakterisztikán, az előtolási sebesség növelése növekvő áramerősséget jelent. Módszeresen beállítva az egyes karakterisztikákon a huzal előtolási sebesség változtatásával kapott munkapontokat, próbahegesztéseket végezve, meghatározhatók a hegesztési paraméterek és a hegesztésre alkalmas tartomány. A mérések eredményei alapján felírhatók a hegesztési paraméterek közötti összefüggések. A bemérés nem túl nagy munka, eredményei azonban nagyon jól használhatók a hegesztési paraméterek számítására, így alkalmazása mindenképpen ajánlható.

A továbbiakban bemutatjuk a hegesztési paraméterek meghatározásának alapadatául szolgáló varrat keresztmetszet és varrat felépítés tervezésnek egy lehetséges módszerét.

## Varrat keresztmetszet és sorok számának számítása

A hegesztési paraméterek meghatározásának kiinduló adata a varratok keresztmetszete, illetve adott keresztmetszetű varrat esetében az egyes varratsorok keresztmetszete.

A varratok keresztmetszetét a [5, 6] alapján, azt az összes varratra kiterjesztve a 6. ábra szerint számíthatjuk ki.

A varratokat elemi területekre osztva és a részeket összeadva számítható ki pontosan a varrat keresztmetszet.

Közelítő megoldásra is lehetőség van, az alábbi varrat-típusokat figyelembe véve:

Peremvarrat (P),  $1/2P$ , I, V, Y, U,  $1/2V$ ,  $1/2Y$ , J, 2I, X,  $2/3X$ , 2U, K,  $2(1/2Y)$ , 2J, sarokvarrat.

### V varratra, Y varratra, U varratra:

$$A_v = 0,0361 \cdot s^4 - 0,9929 \cdot s^3 + 9,6578 \cdot s^2 - 24,958 \cdot s + 24,276 \quad (9)$$

### 1/2 V varratra, 1/2 Y varratra, J varratra:

$$A_v = (0,0361 \cdot s^4 - 0,9929 \cdot s^3 + 9,6578 \cdot s^2 - 24,958 \cdot s + 24,276) / 2 \quad (10)$$

### X varratra, 2/3 X varratra, 2U varratra:

$$A_v = (0,0361 \cdot s^4 - 0,9929 \cdot s^3 + 9,6578 \cdot s^2 - 24,958 \cdot s + 24,276) \cdot 2 \quad (11)$$

### K varratra, 2(1/2Y) varratra, 2J varratra:

$$A_v = 0,0361 \cdot s^4 - 0,9929 \cdot s^3 + 9,6578 \cdot s^2 - 24,958 \cdot s + 24,276 \quad (12)$$

## I varratra, P varratra és 1/2P varratra:

$$A_v = 1,6222 \cdot e_0,4228 \cdot s \quad (13)$$

## 2I varratra:

$$A_v = 16,973 \cdot e_0,2187 \cdot s \quad (14)$$

## Sarokvarratra:

$$A_v = 0,0491 \cdot a_3 - 0,711 \cdot a_2 + 7,5881 \cdot a - 7,9754 \quad (15)$$

Az összefüggésekben az „s” a lemezvastagság (mm), „a” a sarokvarrat jellemző mérete (mm). A varrat keresztmetszeteket ( $A_v$ ) mm<sup>2</sup>-ben kapjuk.

Az összefüggéseket az ESAB katalógusaiban megadott varrat keresztmetszetek alapján írtuk fel.

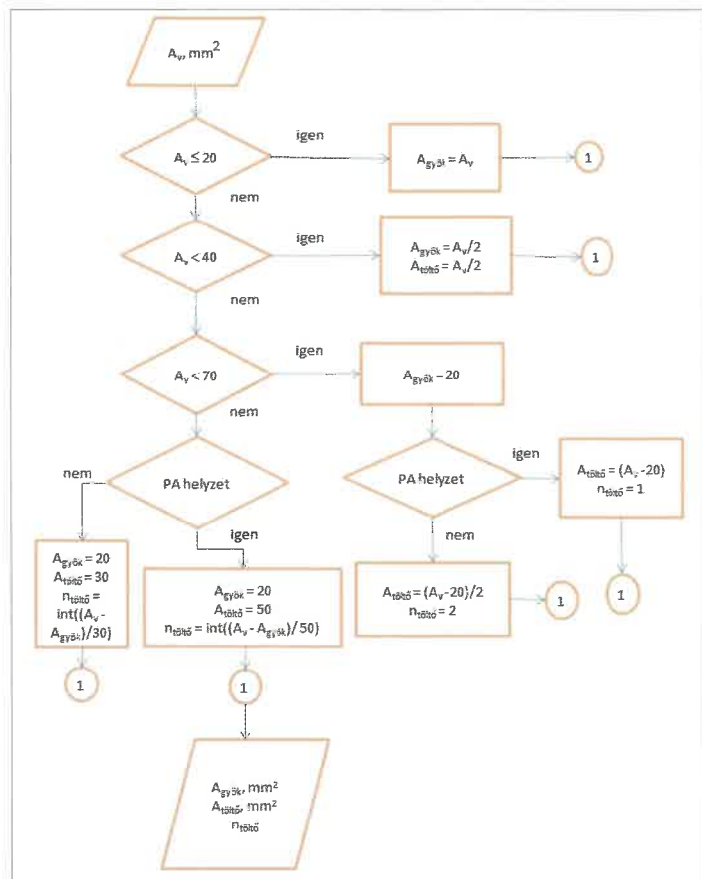
A keresztmetszet(ek)ből ( $A_v$ ) kiindulva tervezhető meg a varratok felépítése, a legkisebb sorkeresztmetszet 20 mm<sup>2</sup>, a legnagyobb sor 50 mm<sup>2</sup>. A varrat felépítés tervezésének egy lehetőségét a 7. ábrán mutatjuk be.

Az algoritmus kimenő adatai a györsor keresztmetszete ( $A_{gyök}$ , mm<sup>2</sup>), a töltősorok keresztmetszete ( $A_{töltő}$ , mm<sup>2</sup>) és a töltősorok száma ( $n_{töltő}$ ).

A varratsorok keresztmetszetének és számának ismeretében számíthatjuk ki a hegesztési paramétereket, a paraméterek soronként változhatnak. Ez azt jelenti, hogy eltérő sorkeresztmetszetekre eltérő hegesztési paramétereket kell meghatároznunk.

Az ívhegesztési eljárásoknál létezik feltöltő- és felolvasztó hegesztési változat egyaránt. Kivétel az AWI-hegesztés, ami felolvasztó hegesztés minden esetben.

Az AWI-hegesztésnél, ahol nincs leolvadó árammal átjárt elektróda, az ív hőjét felolvasztásra kell fordítani, hiszen a külön adagolt pálcát is meg kell olvasztani.



7. ábra. A varratok felépítésének tervezése

A továbbiakban bemutatjuk a hegesztési paraméterek számításának lehetőségeit eljárásenként, megadva a pontos és közelítő módszert is.

## Bevont elektródás kézi ívhegesztés

A hegesztési paraméterek meghatározása az elektróda átmérő kiválasztásával kezdődik. Az átmérő meghatározható a 8. ábra alapján [7].

A hegesztési paraméterek közelítő meghatározása a következő:

### Gyökhegesztésre

Ha  $s < 3$  mm akkor  $d_{e1} = \varnothing 2,5$  mm,

Ha  $s \geq 3$  mm akkor  $d_{e1} = \varnothing 3,25$  mm.

$$I_{gyök} = 40 d_{e1} \quad [A] \quad (16)$$

$$U_{gyök} = 0,04 I_{gyök} + 20 \quad [V] \quad (17)$$

$$KH = \frac{d_{e1}^2 \pi L_h R_E}{4 A_{gyök}} \quad [mm] \quad (18)$$

Itt  $R_E$  a kihozatali hatásfok, az elektródára jellemző érték (90 ... 240 %).

A fajlagos hőbevitel ( $q/v$ ) az MSZ EN 1011-2:2001/A1:2004 szerint határozható meg:

$$\left(\frac{q}{v}\right)_{gyök} = \frac{d_{e1}^2 L_h F}{KH} \quad [kJ/mm] \quad (19)$$

Itt  $F$ : a fajlagos beolvasztási teljesítmény szükséglet, kJ/mm<sup>3</sup>, amely:

95%-os kihozatalú elektródánál,  $F = 0,0368$  kJ/mm<sup>3</sup>

95 – 110%-os kihozatalú elektródánál  $F = 0,04038$  kJ/mm<sup>3</sup>

110 – 130%-os kihozatalú elektródánál  $F = 0,0472$  kJ/mm<sup>3</sup>

130%-nál nagyobb kihozatalú elektródánál

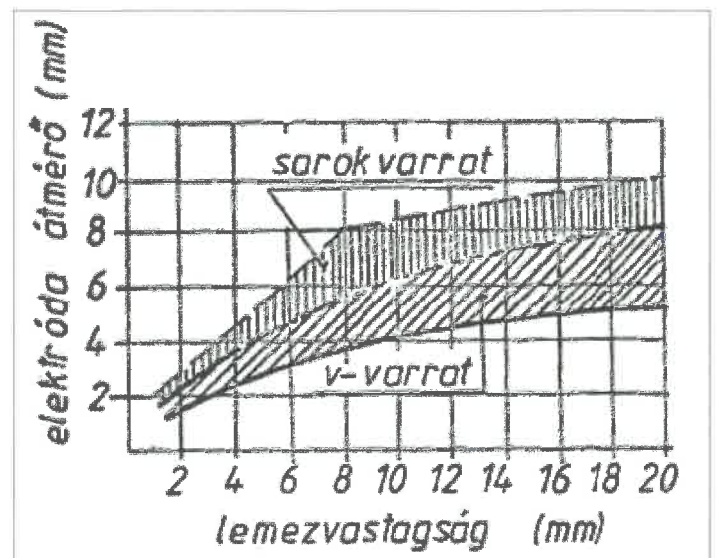
$F = 0,0608$  kJ/mm<sup>3</sup>.

### Töltősorokra

Ha  $s < 3$  mm akkor  $d_{e2} = \varnothing 3,25$  mm.

Ha  $6 > s \geq 3$  mm akkor  $d_{e2} = \varnothing 4$  mm.

Ha  $s \geq 6$  mm és a hegesztési helyzet PA, akkor  $d_{e2} = \varnothing 5$  mm, egyébként  $d_{e2} = \varnothing 4$  mm.



8. ábra. Elektróda átmérő meghatározása



## Áramerősség impulzus áramnál:

Alapáram:

Ha  $d_w = 1,6$  mm akkor  $I_0 = 10$  A,  $d_w = 2$  mm akkor  $I_0 = 15$  A,  $d_w = 2,4$  mm akkor  $I_0 = 20$  A,  $d_w = 3,2$  mm akkor  $I_0 = 30$  A,  $d_w = 4$  mm akkor  $I_0 = 40$  A,  $d_w = 4,8$  mm akkor  $I_0 = 50$  A,  $d_w = 6,4$  mm akkor  $I_0 = 60$  A.

Impulzus áram:

$$I_i = \frac{I_0}{0,32} \quad (31)$$

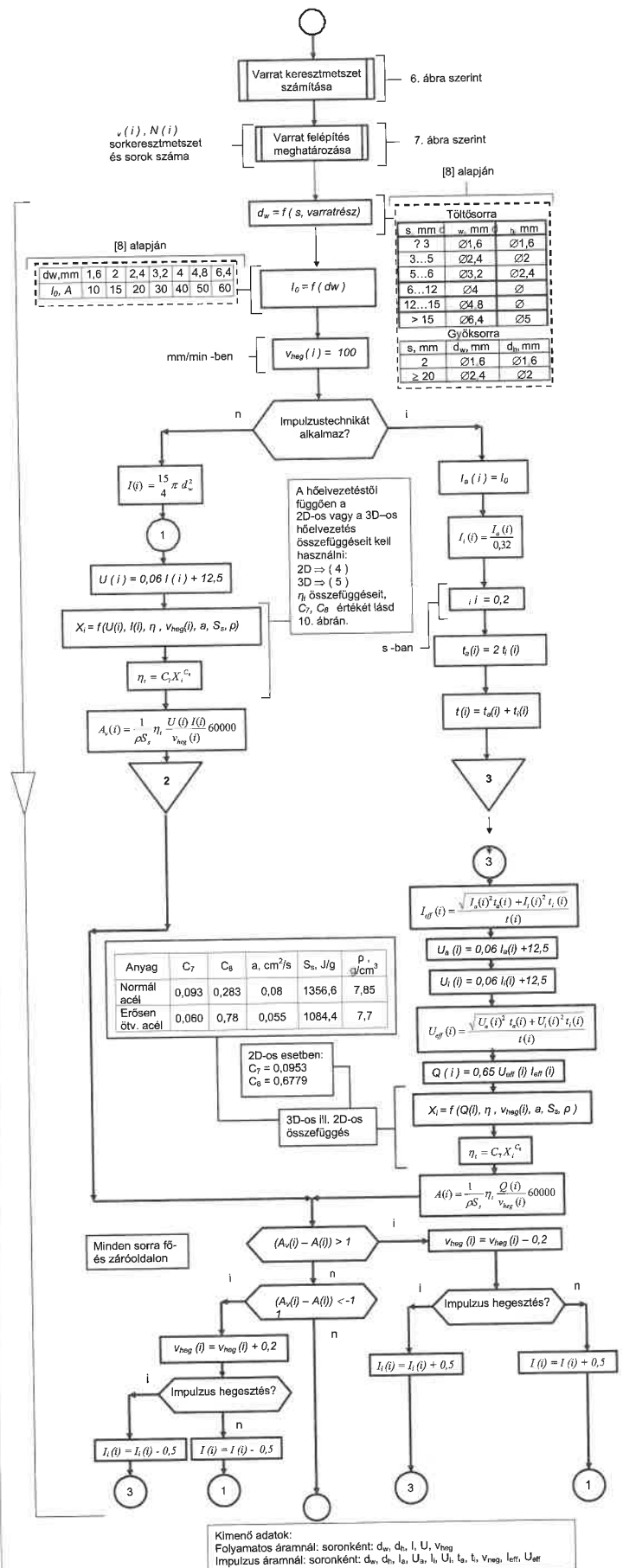
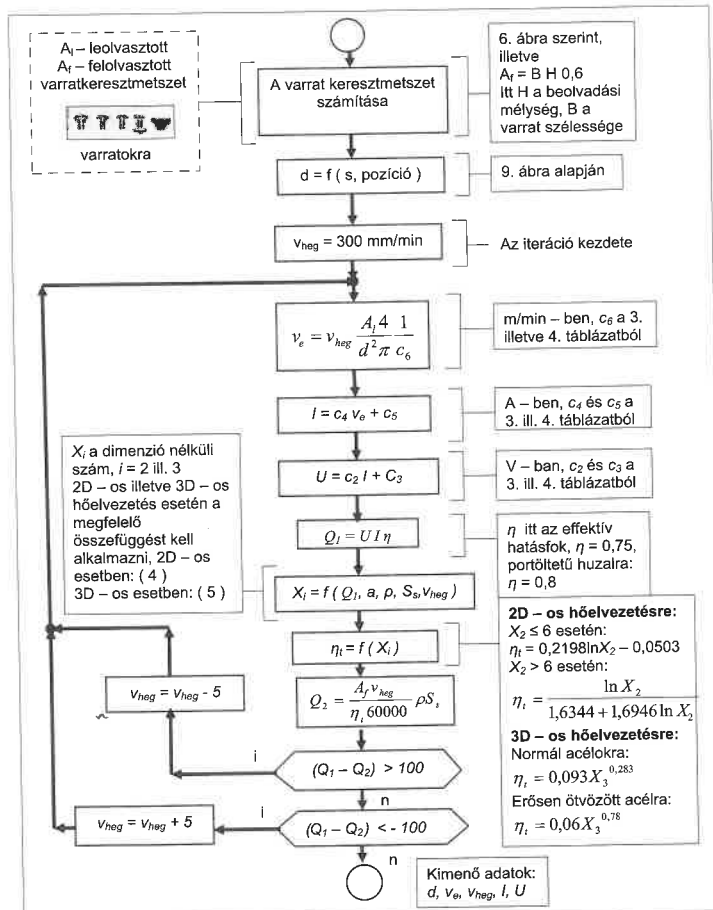
Impulzus idő és alapidő:

$$t_i = 0,2 \text{ s s} \quad (32)$$

$$t_a = 2 t_i \quad (33)$$

Mint azt már említettük, az AWI-hegesztés felfogható felolvasztó hegesztésnek, ezek alapján rajzolható fel a hegesztési paraméterek számításának egy lehetséges algoritmus.

A 11. ábra mutatja az algoritmust. Ez az algoritmus is a hegesztési sebességet változtatva, iterációval határozza meg a hasznos hővel megolvasztható varrat sor keresztmetszetét. AWI-hegesztésnél gyakran alkalmazzuk az impulzus technikát, ennek megfelelően az algoritmus is elágazik folyamatos árammal történő hegesztésre és impulzus ívvel történő hegesztésre. Ha a számított felolvasztott keresztmetszet és az előírt varrat sor keresztmetszet eltérése  $1 \text{ mm}^2$ -nél kisebb akkor fejeződik be az iteráció.



Impulzus-hegesztésnél  $t_i = 0,2 \text{ s}$  – s un. hosszú impulzusokat tételeztünk fel. Ebben az esetben a hőbevitelt az impulzusokkal egyenértékű effektív árammal és effektív feszültséggel határozzuk meg. A 11. ábrán bemutatott algoritmus acélok hegesztésére vonatkozik. Alumíniumra és ötvözetekre a termikus hatásfokot leíró függvények felvétele váltakozó áramú hegesztés esetében még várat magára.

## A fedett ívű hegesztés paramétereinek meghatározása

A fedett ívű hegesztésnél is külön kell választani a feltöltő és felolvasztó hegesztést, itt azonban csak a számítás egyszerű módszerét mutatjuk be, elsősorban az ESAB ajánlásai alapján.

### A hegesztő huzal elektróda átmérője:

Ha  $s < 10$  akkor  $d_e = 4 \text{ mm}$ , ha  $10 \leq s < 16$  akkor  $d_e = 5 \text{ mm}$  és  $s \geq 16 \text{ mm}$ , akkor  $d_e = 6 \text{ mm}$ .

Áramerősség:

$$I = 304,38 s^{0,498} \quad (A) \quad (34)$$

### Ívfeszültség [9]:

$$\varnothing 4 \text{ mm-re: } U = 0,0074 I + 30,1 \quad (V) \quad (36)$$

$$\varnothing 5 \text{ mm-re: } U = 0,0067 I + 28,3 \quad (V) \quad (37)$$

### Huzal előtolási sebesség [9]:

$$\varnothing 4 \text{ mm-re: } v_e = 0,0028 I - 0,4 \quad (\text{m/min}) \quad (38)$$

$$\varnothing 5 \text{ mm-re: } v_e = 0,00175 I - 0,34 \quad (\text{m/min}) \quad (39)$$

### Hegesztési sebesség:

$$v_{\text{heg}} = 1174,9 I^{-0,72} \quad (\text{mm/min}) \quad (40)$$

A fedett ívű hegesztés paramétereinek meghatározására több részletes algoritmust is kidolgoztak, ezek bemutatásától azonban most eltekintünk.

## Összefoglalás

A cikk bemutatja a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott ívhegesztési eljárások hegesztési paramétereinek számításának lehetséges módszereit. Fogyóelektródás ívhegesztésekre és AWI-hegesztésre részletes algoritmusok láthatók a paraméterek számítására, bevont elektródás kézi ívhegesztésre

és fedett ívű hegesztésre egyszerű összefüggéseket mutat be a cikk a hegesztési paraméterek számítására.

A hegesztési paraméterek számítása esetén csökken a hegesztési paraméterek meghatározásnak bizonytalansága, így a hegesztési technológiák megbízhatósága is javul.

## Felhasznált szakirodalom

- [1] Baránszky J. I. szerk. Hegesztési kézikönyv. Szentiványi E.: Védőgázas fogyóelektródás ívhegesztések, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985. p.: 373
- [2] Welding Handbook, Welding Technology, Vol 1., Physics of Welding 8th Edition, American Welding Society, Maimi, FL, USA, 1987, p.: 33–34
- [3] Radaj D.: Heat Effects of Welding Springer – Verlag, Berlin, 1992. p.: 75
- [4] Bauer F. – Földváry L. – Palotás B.: Védőgázas fogyóelektródás ívhegesztőgépek bemérési diagramja mint a gépek minősítési és beállítási eszköze GTE IX. Hegesztési Konferencia, Budapest, 1984. p.: 137–151.
- [5] Lasowsky E.: Ívhegesztési eljárás számítógéppel segített egyszerű kiválasztási módszere. Gép, XL. évf. 1988. 4. szám, p.: 148–152
- [6] Mryka J. – Lasowsky E.: Matematikai módszerek alkalmazása a hegesztéstechnikában Lengyelországban. ZIS – Mitteilungen, 22. évf. 1980, 12. szám, p.: 1340–1350
- [7] Hegesztési zsebkönyv (Szerkesztette Gáti J.). COKOM Mérnökiroda Kft., Miskolc, 2003
- [8] Gáti J. – Kovács M.: AWI-hegesztés. Oerlikon, Budapest, 1984.
- [9] Brenner A.: A hegesztett szerkezetgyártás tervezése BME, MTI, Budapest, 1983, (Jegyzetszám: 5148)

\*Dr. Palotás Béla

Egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

## HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS GÉPESÍTÉSE



✓ CÉLGÉPEK

✓ ROBOTOS CELLÁK

✓ FORGATÓK

✓ KÉSZÜLÉKEK

### DLT

Hegesztéstechnikai és Kereskedelmi Kft.

H-1038 Budapest, Ráby M. u. 44.

Tel.: +36 30/343-2924; Fax: +36 1/430-1322

E-mail: dltdulin@t-online.hu; Web: www.dltkft.hu

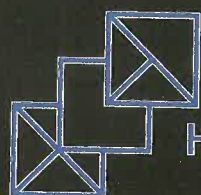
Tekintse meg referenciahelyeinket!

**H**EGESZTÉS  
**T**ECHNIKA

30

XXI. évfolyam 2010/4





# SYNERGIC®

## HEGESZTÉSTECHNIKA KFT

### AVANTGARDE WELDING

6000 Kecskemét, Mátyás K. u. 1. • [www.synergic.hu](http://www.synergic.hu)

• [synergic@synergic.hu](mailto:synergic@synergic.hu) • Tel./fax: 76 416-285 • 76 507-156



## SYNERGIC

**A HEGESZTÉS  
TECHNIKAI  
MÉRCÉJE**

**AWI, MIGMAG, MMA,  
PLAZMA  
berendezések  
fejlett inverteres  
áramforrással.**



## SZOLGÁLTATÁSAINK

- CEA ipari hegesztőgépek forgalmazása
- CEA ipari plazmavágógépek forgalmazása
- PANASONIC ipari robotok forgalmazása
- hegesztő egységboxok és oktatóbázisok tervezése, kivitelezése
- autogénteknikai eszközök forgalmazása
- elszívástechnikai eszközök forgalmazása
- koordinátavágók, kompresszorok forgalmazása
- hegesztéstechnikai segédanyagok forgalmazása (huzalok, elektródák, korongok, ...stb).
- munkavédelmi termékek (automata fejpajzsok, kézipajzsok, védőüvegek, ... stb.) forgalmazása
- hegesztőgépek, munkakábelek javítása, felújítása, karbantartása és évenként kötelező felülvizsgálata
- használtgép értékesítés
- hegesztőgép kölcsönzés
- díjmentes helyszíni hegesztéstechnikai szaktanácsadás, bemutatók (egyeztetés: 30/9589-566)



**A PANASONIC  
hegesztőrobotok,  
illetve a CEA**

**ipari hegesztőberendezések  
kizárólagos forgalmazója!**





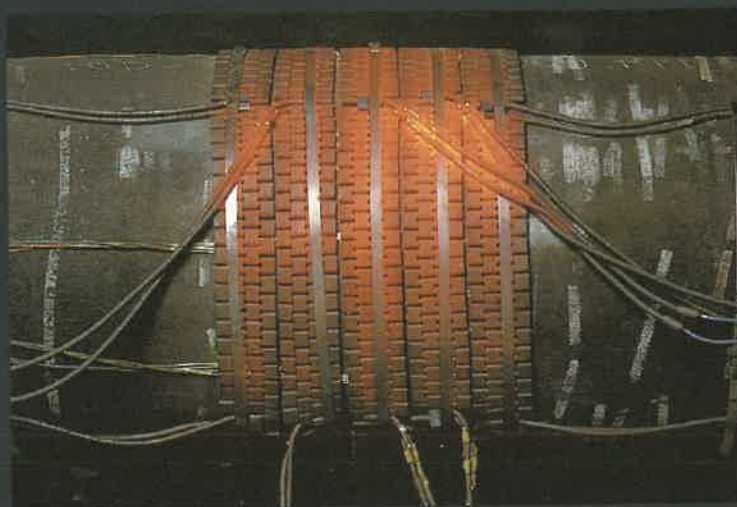
WELDOTHERM®  
G.M.B.H. ESSEN

# HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

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

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTTEL PÁROSÍTVÁ = WELDOTHERM®



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

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



Kristóf Csaba\*

## Egyéni védőeszközök a hegesztők biztonsága és egészségvédelme szolgálatában (V. rész)

### Légzésvédelem, légzésvédő eszközök

A hegesztéshez és rokon eljárásaihoz használni szükséges egyéni védőeszközök kiválasztását megelőzi a szóban forgó munkavégzésre vonatkozó kockázatelemzés [1], és ehhez a munkavállalók egészségéért és biztonságáért felelős szakemberek nem nélkülözhetik a hegesztési szakemberek (a hegesztési felügyelet) együttműködését, különösen az aktuális kockázatok meghatározásában.

Az egyéni védőeszközök közkeletű csoportosítása [2] segít eligazodni a rendelkezésre álló, ellenőrzött hatékonyságú eszközök széles választékában. A hegesztés és rokon eljárásai alkalmazása során használt egyéni védőeszközökre vonatkozó, alapvető ismereteket a következő csoportosításban foglaljuk össze olvasóink számára:

- arcvédelem – hegesztő pajzsok (I. rész)
- szemvédelem – biztonsági szemüvegek (II. rész)
- sugárzás elleni védelem – hegesztő szűrők (III. rész)
- hallásvédelem – fülvédők (IV. rész)
- légzésvédelem – légzésvédő eszközök (V. rész)
- kézvédelem – hegesztő kesztyűk (VI. rész)
- általános védőöltözet – munkaruhák és –cipők (VII. rész)

**Összeállításunk elsősorban hegesztő szakembereknek szól, akiknek feladata a munkabiztonsági szakemberek támogatása annak érdekében, hogy minél pontosabban meg tudják határozni, ki tudják választani az adott tevékenységhez megfelelő, személyre szóló, leghatásosabb egyéni védőeszközöket. Egyéni védőeszközöket akkor kell használni, használatukat előírni, amikor a hatásos védelemre, a kockázatok csökkentésére (elkerítés, burkolás, veszélytelen technológia alkalmazása stb.) más mód nincs, azaz a „maradék kockázatok” elhárítására [1 és 2].**

### A légszennyezés és kockázatai

A munkahelyi légtérben található káros anyagok belélegzése egészségi kockázatot jelent. A munkahelyi légtér szennyezettségéből vagy a munkafolyamat során felhasznált veszélyes anyagok és készítmények expozíciójából eredő egészségi és biztonsági kockázatok elkerüléséhez vagy csökkentéséhez szükséges minimális, megkövetelt intézkedéseket jogszabály [6] írja elő.

Az ipari gyakorlatban és ezen belül a hegesztés és rokon eljárásainak alkalmazása során jelentős, az eljárásokra jellemző expozícióval kell számolni

- a hegesztő- és segédanyagok (amelyek vegyi anyagként veszélyes készítményeknek minősülnek) kezelése
- a hegesztő és vágóeljárások alkalmazása során keletkező káros anyagok (füst és gáz) belélegzése révén. (L. még [4], [5] és [7].)

A légzésvédelmet szolgáló egyéni védőeszközök kapcsán különösen a hegesztés és vágás során keletkező károsanyag-koncentráció jelentős, de

nem hanyagolható el a fröcskölések eltávolításához használt vegyi anyagok gőzei és az alapanyagon lévő bevonat hevítése során felszabaduló káros anyagok levegőszennyező hatása sem.

A technológia alkalmazása során keletkező légszennyező anyagok mennyiségét az alkotónként meghatározható emisszió, az időegység alatt keletkező mennyiség (tömeg- vagy térfogat egységben) jellemzi.

A munkahelyen lévő veszélyes anyagok hatásának való kitettség, amely a munkavállalót (az adott munkakörnyezeti tényező ellen védelmet nyújtó egyéni védőfelszerelés nélkül) éri, az expozíció. Mennyiségi meghatározása a munkahely légtérében lévő, ún. expozíciós koncentráció vagy expozíciós terhelés (a szervezetbe időegység alatt jutó dózis) és az expozíciós idő szorzata szolgál [6].

Hegesztőanyagok károsanyag kibocsátására (emissziójára) nézve a biztonsági adatlapoknak tartalmazni kell a mértékadó adatokat. Részletesebb, de csak tájékoztató információk találhatóak a szakirodalomban (pl. [7])

az egyes jellemző hegesztőanyagokra, illetve eljárásokra.

A hegesztés és vágás gyakorlatában azonban az expozíciót okozó koncentráció megbízhatóan csak mérésrel állapítható meg, különösen, ha a hegesztő, vagy a hegesztő/vágógép kezelőjének veszélyeztetettségét kell meghatározni. A hegesztők légzési zónájának expozíciós koncentrációjának méréséhez hasznosak a vonatkozó szabványok ([8]–[13]).

Az egyes károsanyag alkotókra nézve adottak az engedélyezett koncentrációk (a legnagyobb megengedett foglalkozási határérték). Ennek három formája lehetséges (az adott anyag veszélyességétől függően [6]):

- Megengedett átlagos koncentráció: a légszennyező anyagnak a munkahely levegőjében egy műszakra megengedett átlag koncentrációja, amely a dolgozó egészségére általában nem fejt ki káros hatást, jelölése: **ÁK**
- Megengedett csúcskoncentráció (rövid ideig megengedhető legnagyobb levegőszennyezettség), jelölése: **CK**. A légszennyező anyagnak egy műszakon belül megengedett, az **ÁK** értéket meghaladó legnagyobb koncentrációja (az **ÁK**- és **CK**-értékre vonatkozó követelményeknek egyidejűleg kell teljesülniük).

- Maximális koncentráció: a műszak során eltűrt legmagasabb koncentráció, jelölése: **MK**.

A maximális koncentrációban végzett munka esetében a dolgozó teljes munkaképes élete során (18-62 évig) a potenciális halálos kimenetelű egészségkárosító kockázat (rosszindulatú daganatos megbetegedés kockázata) 1:105/év (10 mikrorizikó/év)

A hegesztőt/gépkezelőt érő kitettség számításához szükséges tehát annak az időnek az ismerete (meghatározása), amelyet a munkavállaló a vizsgált, szennyezett levegőben eltölt.

Az expozíciós (kitettségi) adatok ismeretében lehet megítélni a légzésvédelem szükségességét, és kell eldönteni a védekezés fajtáját. Az 1. ábrán vázoltuk a légzésvédő eljárás meghatározásának helyes logikáját.

Az emisszió és az expozíció (vázolt) meghatározása alapján dönthető el,

hogy szükség van-e légzésvédelemre. Ha igen, akkor először a lehetséges műszaki intézkedéseket kell számba venni, amelyek „közösségi” védelmi megoldásként foghatók fel. Kívül esik e cikk témakörén az itt számításba jövő eljárások ismertetése. Azonban hangsúlyozzuk, hogy az egyéni védőeszközök használatának előírása csak akkor indokolt, ha a közösségi védőberendezések és –megoldások nem nyújtanak elegendő védelmet mindenki számára (vagy teljesen ésszerűtlen a megvalósításuk).

## Légzésvédő egyéni védőeszközök (Respiration Protection Device – RPD)

### Jellemző RPD típusok

**hegesztéshez és rokon eljárásaihoz**  
Az RPD rendeltetése, hogy viselője számára biztonságosan belélegezhető levegőt szolgáltatson. Az RPD-vel szemben támasztott követelmények – a szennyeződés halmazállapotától (gáz, gőz, füst vagy por), – a belélegezhető levegőben mérhető koncentrációjától és – az adott veszélyes anyagra megengedett koncentrációtól függenek.

A szűrős légzésvédők általában elegendő védeltséget adnak a részecskékkel (por és füst) szemben. Ahol a munkaterületen fulladásveszély is fennáll, vagy ahol nagyon nagy a veszélyes anyagok koncentrációja, ott olyan RPD-re van szükség, amely független forrásból biztosítja a levegőt. Az RPD-k fő típusait az 1. táblázat foglalja össze.

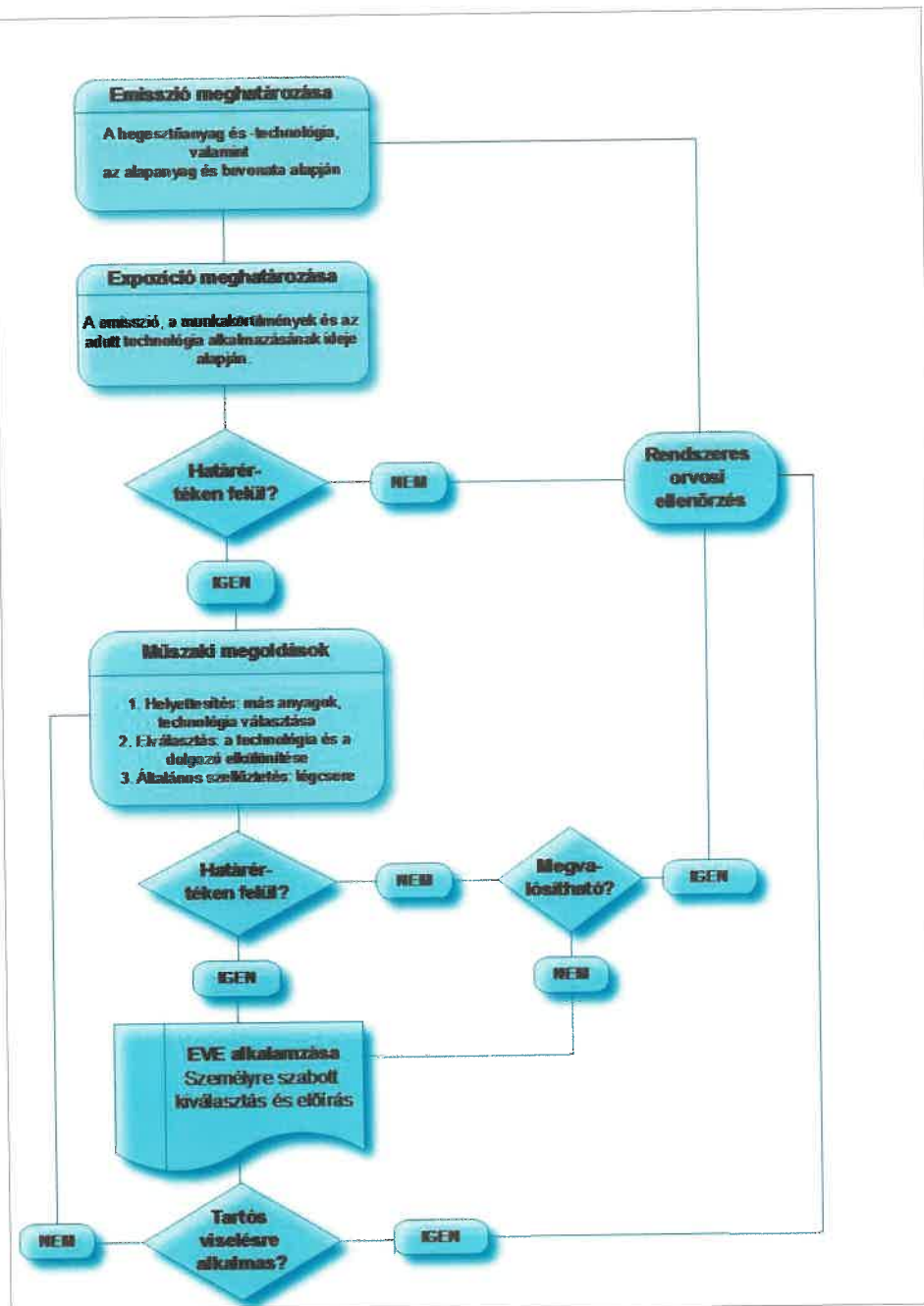
### 2.2. A légzésvédő eszközök jellemzői

A légzésvédő egyéni védőeszközök megítéléséhez szükséges a következő fogalmak ismerete [15]:

**Névleges Védelmi Tényező** (Nominal Protection Factor – *NPF*) az Európai Szabványokban megadott, *megengedett teljes belső tömítetlenség* maximális százalékából származtatott szám, amelyet az adott osztályú légzésvédő ad meg. A teljes belső tömítetlenség és a névleges védelmi tényező közötti összefüggés:

$NPF = 100 / \text{megengedett teljes belső tömítetlenség, \%}$

**Előírt Védelmi Tényező** (Assigned Protection Factor – *APF*) a légzésvédelem szintje, amely reálisan várható, hogy megvalósul a megfelelően



1. ábra. Egyéni védőeszköz meghatározásának folyamata légzésvédelem számára



2. ábra. Egyszer használatos, szűrési típusú félálarc



3. ábra. Félálarc cserélhető szűrővel

képzett és ellenőrzött viselők 95%-ánál, akik jól működő és megfelelően illeszkedő légzésvédő eszközt

használnak, és a WPF adatok 5-ös percentilje alapján határozzák meg (azaz a megfigyelt esetekben 5%-



Erdő Imre, Zemen Zoltán, Wihsbeck Martin

## Az átfutási idő a felére csökkent

### Rakodógépek elemeinek készülék nélküli hegesztése robotokkal

A Liebherr bischofshofeni gyára gumikerekes rakodógépeinek elemeit 2008 nyara óta egy többfunkciós igm-robotrendszer segítségével hegeszti. A robotrendszer három műszakos üzemből hétfő reggeltől szombat délig 50-60%-os időmegtakarítást ér el.

Az 1949-ben alapított Liebherr konszern száznál is több cége révén ma rendkívül széles termékpalettát gyárt, mely a magas- és mélyépítésben használatos daruktól a kikötői és hajódarukon át a betonkeverő gépekig, billencsekig és kotrógépekig terjed, de ide tartoznak a hűtőszekrények is, és érdekeltségei vannak a szállodaiparban is.

Ausztriában a konszern 5 telephelyen összesen 3.500 dolgozóval van jelen. A bischofshofeni (Salzburg tartomány) üzemét 1959-ben alapították és 820 munkatársával 1996 óta a gumikerekes rakodógépek gyártására specializálódott. Ezen gépóriások legnagyobbja 33 tonnás üzemkész tömeg

mellett egyetlen kanálmegrakással 20 tonnát képes mozgatni.

Ennek megfelelően a rakodógépek hegesztett elemei is tekintélyes méretűek: a legkisebb alváz 4.600 x 1.200 x 1.000 mm-es méretű és 1,8 tonna súlyú, míg a legnagyobb 5.500 x 1.400 x 1.200 mm-es méretével 3,6 tonnát nyom.

A vállalat 2008 nyarán egy többfunkciós igm-robotrendszerrel megvalósított készülék nélküli hegesztés bevezetésével jelentősen növelte potenciálját. A berendezést mindenekelőtt az említett alváz három típusának hegesztésénél használják. A hegesztőrobot-rendszer teljes kapacitásánál kb. 4000 tonna finomszemcsés szerkezeti acélt dolgoz fel, 5-60 mm-ig terjedő vastagságú lemez formájában. A keverék védőgázos fűghesztés zömében a=6-10 mm-ig méretű sarokvarratot jelent, melyek 1-3 rétegből állnak. Mivel a robotok és a manipulátorok a szinkron működés révén extrém moz-

gékonyaságot érnek el, a hegesztés jó részt vályúhelyzetben történhet.

A konstrukciós adottságoktól függően 30-60 cm/perc-es hegesztési sebesség érhető el. A berendezés a munkadarab méretétől függően heti 35-40 db. alvázat hegeszt, és átlagosan mind-egyikhez 2.670 méter 1,2 mm átmérőjű fényes tömör huzalt használ fel.

### Többfunkciós robotrendszer

A multi-task robotrendszer 2 szimultán együttműködő robotból áll, melyek két munkaállomás között alternálva mozognak. Mialatt a robot az egyik munkaállomáson hegeszt, addig a berendezés kezelője a másik munkaállomáson leveszi a kész munkadarabot és előkészíti a forgácsoló megmunkálásra történő továbbszállításához, majd felfogja a következő munkadarabot.

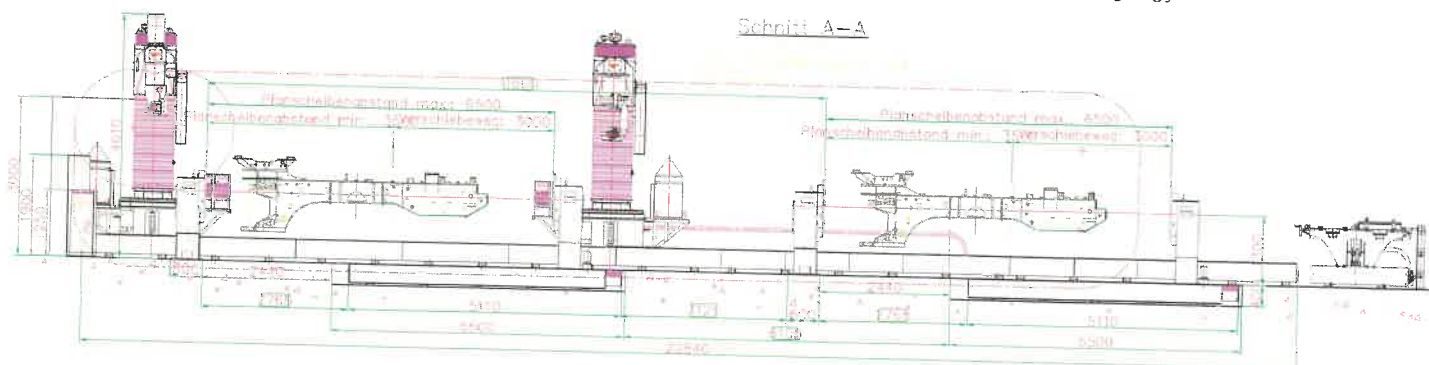
A hegesztés egy zárt, mozgatható elszívó kabinban történik, mely a két



1. ábra. A legkisebb



2. ábra. A legnagyobb



3. ábra. Hosszirányú elrendezési vázlat

robottal együtt a mindenkori munkaalomásra utazik. Ezáltal megbízhatóan biztosítják, hogy a káros füstgázok a környező üzemcsarnok levegőjét ne terheljék.

Mindkét munkaalomás 6 tonna hasznos teherbírású RP típusú forgató manipulátorral van felszerelve. Minden manipulátor egy fixen a padlóra rögzített főorsóból és egy axiálisan 3 métert mozgatható szegnyeregből áll. Egy másik munkadarab-hosszra való átállásnál a berendezés kezelője egy numerikus kijelző segítségével kap információt a szegnyereg pozíciójáról. A munkadarabnak a főorsó és a szegnyereg közti felfogásakor mindkét oldalon két-két csap rögzíti a munkadarabot a rászert szorító adapter segítségével. Mind a főorsó, mind a szegnyereg saját csatolt hajtással rendelkezik. Ezáltal a rendszer többi tengelyével együtt torziómentesen mozgatják a munkadarabot az optimális hegesztési helyzet elérésére.

A 17 m hosszú alsópályán két RSH típusú forgó-emelő oszlop mozog a kinyúló karjaikra szerelt robotokkal együtt. Ezek az utazópálya révén egyrészt mindkét munkaalomást eléri, másrészt a forgó oszlopoknak az alsópályán való "utazó" mozgása növeli a szimultán zajló kiszolgáló, hegesztési és vágási műveletek rugalmasságát. A vízszintesen 3 m-re kinyúló forgó-oszlop-karok függőleges irányban 1,5 m-en mozgathatók.

Az egyik kar egy RTi 330 típusú igm-hegesztőrobottal, a másik egy KR 16 típusú KUKA-mozgatórobottal van felszerelve. Fő feladata mellett mindegyik robot egy további funkciót is ellát. A KR 16-os manipulátor 16 kg-ig terjedő terheket mozgat és 8 különböző megfogó közül választja ki, és kezeli a megfelelőt. Ezzel egy palettáról elveszi és a munkadarab megfelelő helyére helyezi a felhegesztendő kisebb alkatrészeket, amelyek

aztán a másik robot által felfűzésre kerülnek.

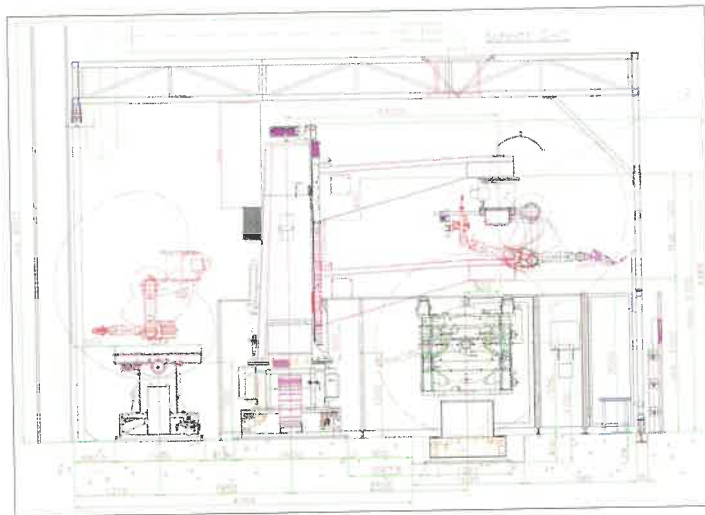
A megfogó rendszer a Schunk Intec GmbH-től (Traun, Ausztria) származik. Különböző párhuzam- és központos megfogókból áll, melyek megfogó ujjai kifejezetten a felhegesztendő elemekhez lettek kialakítva. A megfogókat a cserélőfejen adapterek segítségével rögzítik illetve a műveletek között az ún. pályaudvaron helyezik el.

## Jelentős megtakarítások a készülék nélküli hegesztés révén

A lemezekből és acélöntvény elemekből már előzetesen összefűzött munkadarabot a csarnok darujával szállítanak a többfunkciós robotrendszerhez. A befogott munkadarabot a két robot szimultán munkájával kb. 2 órán belül készre hegeszti. Ezután a kiszolgáló robot beválogatja a megfogókat, ezek se



4. ábra. Elszívóernyő a teljes munkaterület felett



6. ábra. Keresztirányú elrendezési vázlat



5. ábra. A forgató manipulátor



7. ábra. A rendszerhez integrált kiszolgáló asztal, és megfogó pályaudvar



gítségével a munkadarabra pozicionálja a felhegesztendő alkatrészeket, és ott tartja őket mindaddig, míg a hegesztőrobot rögzíti őket. Az alkatrészek pozicionálásához a robot – csakúgy, mint a hegesztésnél – a gázfúvóka-keresés szenzortechnikáját használja, csak itt nem a gázfúvókát, hanem a megfogott alkatrészt használja a tapintáshoz. A felhegesztendő alkatrészek motor- és hűtőtartó elemek, fellépők, tartály- és egyéb rögzítő elemek.

Amikor valamennyi ilyen alkatrész rögzítésre került, a kiszolgáló robot ismét felveszi a hegesztőpisztolyt és a két robot együtt végzi el a rögzített elemek készre hegesztését. Az elemek fűzése és készre hegesztése szintén kb. 2 órát vesz igénybe.

Az elemek automatizált pozicionálása és fűzése jelentős megtakarítási potenciál: a fő előny, hogy ezáltal kies-

nek a munkaigényes pozicionáló készülékek. Ehhez jön, hogy az RTi 330-as hegesztőrobot szintén ellát egy másik funkciót is: a hegesztés befejezése után felvesz egy plazmavágó pisztolyt és a bemetszések elkerülésére lágy kontúrokat vág azokon a helyeken, ahol ez a munka kezdetén gyártástechnológiai okokból még nem volt megoldható.

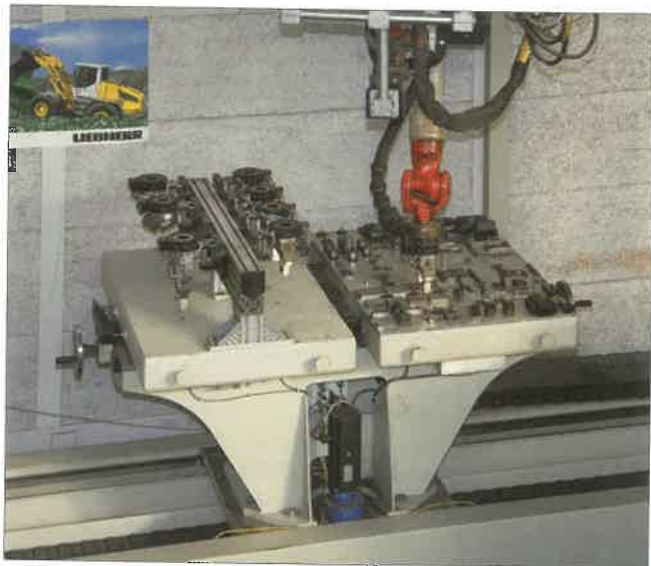
A hegesztőpisztoly orientációját a gázfúvóka- és a ívkereső funkció segíti. Hogy ezek a szenzorok mindig a megfelelő pontossággal dolgozzanak, előre beprogramozott időközönként mindkét robot felkeresi a huzalvágó és belső illetve külső fúvókatisztító állomást, amelyek eltávolítják a fúvókaszennyeződéseket.

Habár a jó hozzáférhetőségre már az alkatrészek tervezésénél is odafigyel-

nek, a rakodó alváz belsejének varratainál a térbeli adottságok meglehetősen szűkek. Az RTi 330 – mint valamennyi igm hegesztőrobot – az ilyen helyeken is könnyen boldogul a csőtengele segítségével, mely a komplett tömlőköteget is a pisztolyhoz vezeti. A tömlőköteg ezáltal bonyolult mozgássorozatoknál sem csavarodik meg, még akkor sem, ha két teljes körülfordulást kell végeznie a saját tengelye körül. A robot ezáltal képes arra, hogy nagyon szűk térbeli viszonyok közepette is meghegessze a szükséges varratokat.

## Kényelmes offline-programozás

A multi-task robotrendszer teljes munkafolyamata offline módon kerül programozásra. Mivel az offline programozás a berendezés üzemétől függetlenül



8. ábra. A megfogó fejek, és a „kis” alkatrészek



10. ábra. Mindkét robot hegeszt



9. ábra. A KUKA robot kar a Schunk megfogóval



11. ábra. Technológiai plazmavágás

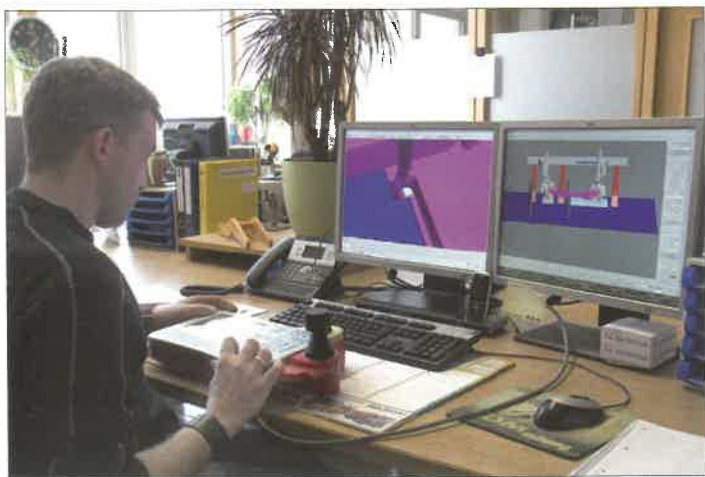




12. ábra A külső és belső tisztító állomások



13. ábra Meglehetősen szűk mozgásterű szituáció



14. ábra Kétképernyős offline programozás

zajlik, a munkafolyamat ezalatt is zavartalanul folytatódik. A programozó két képernyővel dolgozik: az egyiket kinagyítja a szükséges részleteket és így kiválasztja az adott varratokhoz szükséges helyes pisztolyállásokat. A másik képernyő eközben az aktuális munkadarab-, robot- és manipulátor pozíciót mutatja.

A programozó valamennyi tevékenységnél támogatást kap a szoftvertől. Így például javaslatokat kap az optimális mozgásgörbére, az adott varratnál lehetséges pisztolyállásokra, vagy

átvitele és a munkadarabhoz való hozzárendelése a Liebherr belső hálózatán keresztül történik és így az mindig közvetlenül rendelkezésre áll. A programozó és a robotvezérlés ugyanazzal a programmal dolgozik. Ezenkívül mind a programozónak, mind a berendezés kezelőjének rendelkezésére állnak ugyanazon kézi programozó konzolok, melyek a közvetlen adatátvitelt biztosítják. Amennyiben a kezelő szükségesnek véli a folyamatok módosítását, ez automatikusan megjeleni az offline programozó helyen, ahol a programozó



figyelmeztetést a munkadarabbal vagy a berendezés elemeivel való érintkezés veszélyeire. A rendszer valamennyi tengelye számítógép-vezérelt és a programozás során automatikusan aktualizálásra kerül. A hegesztési varratok valamennyi paramétere rögzítésre kerül egy adatbankban, melyből a program elő tudja hívni őket. A kész programnak a gépre való

eldönti, hogy a módosításokat átveszi-e a programba.

## Meggyőző érvek

A gumikerekes rakodó elemeit korábban kézzel hegesztették össze. Ehhez képest a robotrendszer három műszakos üzemben hétfő reggeltől szombat délig 50–60%-os időmegtakarítást ér el, úgy, hogy közben éjjel-nappal egyöntetűen kiváló minőséget és folyamatbiztos működést nyújt.

A Liebherr konszern régóta dolgozik együtt az igm Robotersysteme AG-vel. A konszern különböző gyáraiban összesen csaknem 50 igm hegesztőrobot-rendszer kerül nap mint nap bevetésre. A bischofshofeni rakodógép-gyárban is több éve dolgozik egy robotrendszer az alkatrészgyártás területén, illetve egy másik két robotos rendszer, melynek feladata a rakodókanalak hegesztése. Nemrégiben egy további kétrobotos, L-manipulátoros rendszer is üzembehelyezésre került. Georg Ganitzer, a bischofshofeni gyár acélszerkezet-gyártó részlegének vezetője szerint az igm az együttműködés kezdete óta folyamatosan bizonyítja gépeinek testreszabott hatékonyságát a gyártás mindennapjaiban fellépő szituációkban. Ennek megfelelően a döntési folyamat során a most üzembe helyezett multi-task robotrendszer mellett is meggyőző érvek szóltak.



# GFX 3.0

Csődaraboló és leélező gép

ÚJ!

Az **Orbitalum Tools** új, korszerű fűrésze, mely alkalmas csövek és ívek (akár vékonyfalú saválló) darabolására és lemunkálására akár pillanatok alatt is, optimális automata hegesztés előkészítésére!

A **GFX 3.0** könnyen kezelhető, erőteljes és kompakt kivitelű fűrész kis tömeggel – mely kiváló tulajdonságokról Ön is meggyőződhet.

## Előnyök:

Merőleges, sorjamentes és hideg megmunkálás  
Deformáció-mentes befogás vékonyfalú csövek esetében is  
Nagy teljesítményű motor (1200W) és állítható motor-  
fordulatszám a különböző alapanyagok vágásának érdekében



**orbitalum**  
tools for piping systems

# FGF

Kereskedelmi és Képviseleti Bt.  
1145 Budapest, Korong utca 32  
Tel: 1/467-7008; Fax: 1/467-7007  
info@fgf.hu; www.fgf.hu

KAPCSOLD BE!! INDÍTSD EL!! HEGESSZ!

## Itt a Migatronik új generációja a Sigma<sup>2</sup> A jövő itt kezdődik!

- Három inverteres áramforrás (300, 400, 500A), beépített, különálló vagy akár dupla huzaladagoló egységgel, MIG/MAG, MMA hegesztéshez, MIG keményforrasztáshoz, gyökfaragáshoz.
- Négy vezérlőpanel az alap verziótól az impulzus verzióig.
- Jelenleg több mint 160 hegesztőprogram! A fejlesztések SD-kártyával folyamatosan frissíthetőek.
- Számptalan opció, mint pld. az IGC® (intelligens gázszabályzó), melynek segítségével akár 50% gáz megtakarítható!
- Manuális vagy robothegeztés, a Sigma minden szinten kommunikál.

**Hegesztéstechnikai problémáival forduljon hozzánk bizalommal!**

**MIGATRONIC Kft.**

6000 Kecskemét Szent Miklós u. 17/a

Tel./fax: +36/76/505-969; 481-412; 493-243

E-mail: info@migatronik.hu

www.migatronik.h



# MIGATRONIC

# POLYSOUDE



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



## POLY WELD

POLYWELD Gyártó, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

2100 Gödöllő, Fenyvesi főút 11.,

Tel.: (28) 422-236, Fax: (28) 421-615

Internet: [www.polyweld.hu](http://www.polyweld.hu) E-mail: [polyweld@polyweld.hu](mailto:polyweld@polyweld.hu)

### ÉRTÉKESÍTÉS — SZERVIZ — GÉPKÖLCSÖNZÉS



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





Dr.-Ing. E. Engindeniz

## **MAG orbitális hegesztés porbeles huzallal – gazdaságosan gyártott hegesztett kötések a legjobb minőségben**

Az orbitális hegesztés mint elnevezés a latin 'orbit' szótóból eredeztethető, ami körpályát jelent (mint például egy műhold pályája a Föld körül). Az orbitális hegesztés jellemzően két, vízszintes tengelyű forgásszimmetrikus alkatrész (túlnyomórészt cső) közötti tompavarrat előállítását jelenti. Tipikusan a kőolaj-, földgáz-, távfűtés-, vízvezetékek, csőszervezetek, tartályok stb. építése és javítása során találkozhatunk ezzel a technológiával. Az orbitális varratkészítésnél jellemzően a következő eljárásokat alkalmazzák:

- kézi ívhegesztés bevont elektródával (111),
- volfrám elektródás ívhegesztés (AVI / TIG:141),
- aktív védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés (MAG:135).

Elősorban a gyártandó alkatrész darabszámának, geometriájának és az ebből eredő gazdaságossági megfontolásoknak megfelelően szokás kiválasztani a hegesztési technológiát, természetesen az egyes eljárásokkal elérhető varratminőség és az előírt minőségi követelmények szem előtt tartásával.

A cellulóz bevont elektródák kifejlesztése / fejlesztése a bevont elektródák kimagasló térnyerését

eredményezte a csőtávvezeték építésben. A termék-specifikus tulajdonságoknak köszönhetően a varratok PG pozícióban készülnek. A bevont elektródás technológia jelentős hátránya, hogy a hegesztőnek nagyon magas elvárásokat kell teljesíteni a kezűgyességet illetően, amennyiben hibamentes varratokat kíván készíteni. A minőségi elvárások növekedése (például az alapanyagokat illetően), a konkurencia keltette növekvő nyomás, a rövidülő technológiai idők az üzemeket gazdaságos, gépesített, nagy folyamathibiztonságú eljárások bevezetésére kényszerítik a kézi ívhegesztő eljárásokkal szemben.

Ezen elvárások nyomására kezdődtek meg a TIG (AVI) eljárások gépesítésére szolgáló berendezések fejlesztései. Mára az orbitális TIG hegesztés – hegesztőanyaggal vagy anélkül – a berendezés-, cső- illetve tartályépítésben jelentős teret nyert. Az eljárás sajátossága, hogy szigorú kritériumokat támaszt a varrat-előkészítéssel szemben, és teljesítménye miatt csak a kis átmérők hegesztésére használatos. Az orbitális MAG hegesztés viszont számos felhasználási példát tudhat magáénak a klasszikus csővezeték-építésben.

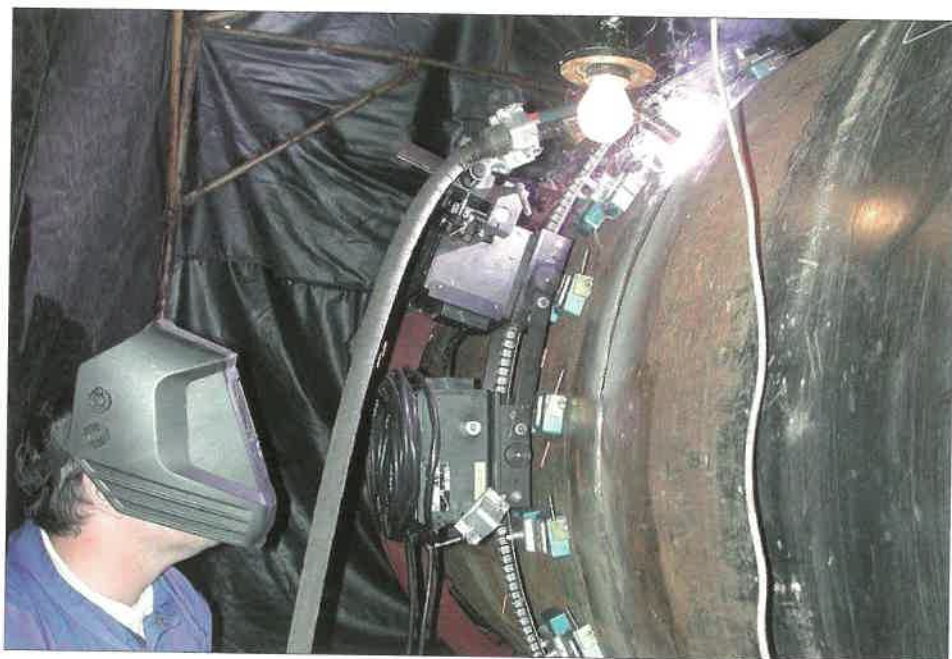
### **Az orbitális MAG hegesztés technikai feltételei**

Hegesztési pozíciók tekintetében bármilyen kényszer-pozíció szóba jöhet. Az orbitális MAG hegesztés fentről lefelé pozícióban a hegfürdő korlátozott mérete miatt kis fajlagos teljesítménnyel dolgozik. Jellemzően kisebb nyitás-szögű varratelőkészítést alakítanak ki, így kevesebb hegesztőanyag kerül a varratba. A kötésihiba veszélye fennáll. Függőlegesen emelkedő pozícióban porbeles huzalokat szokás alkalmazni, így jóval nagyobb teljesítmény érhető el, valamint csökken a porozitás veszélye.

Az orbitális MAG hegesztés számára az áttörést a megfelelő portöltetű huzalok kifejlesztése hozta meg: ezek az „újgenerációs” salakú rutil-bázikus porbéléses huzalok. Orbitális MAG hegesztés esetén a hegesztőhuzalok hasonlóan nagy jelentőséggel bírnak, mint az eljárás berendezései, ezért a szóban forgó technológia esetén mindkettőt fokozott figyelemmel kell kiválasztani.

A berendezéssel szemben támasztott követelmények:

- robusztus építmód, de kis súly,
- érzéketlen a környezeti változásokra (hőmérséklet, páratartalom),
- gyors fel- és leszerelési lehetőség,



1. ábra. MAG orbitális berendezés üzem közben

- fokozatmentesen állítható lengetési frekvencia, szélesség és hegesztési sebesség, távirányítási lehetőség,
- fokozatmentesen állítható feszültség, áramerősség és hegesztési sebesség, távirányítási lehetőség
- kis huzaltokercsekkel való kompatibilitás (~5 kg huzaltömeg)
- integrált huzalelőtológység,
- oldalirányban és függőlegesen is állítható hegesztőfej.

A porbéléses huzallal szemben támasztott követelmények:

- gyorsan dermedő rutilos salak,
- leolvadási teljesítmény: 5 kg/h,

| Hegesztő-huzal  | Alapanyag                                                                                        | Védő-gáz        | Jóváhagyások                                        | Alapanyag szabványok                                 |                                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                  |                 |                                                     | AWS 5.29                                             | EN ISO                                                                                                                       |
| <b>MF 713 R</b> | Folyáshatár $\geq 460$ MPa<br>Pl: X 42 – X 65<br>Pl: St 35.8 – St 45.8<br>Pl: L210 – L485        | <b>M21 / C1</b> | TÜV, DB, GL, BV,<br>LR, DNV, RINA,<br>ABS, PRS, CWB | E71T-1M H4<br>E71T12M H4<br>E71T-1C H4<br>E71T12C H4 | 17632-A T 46 4 P M 1 H5<br>17632-B T 55 4 T1 1MA H5<br>17632-A T 46 2 P C 1 H5<br>17632-B T 55 2 T1 1CA H5                   |
| <b>MF 821 R</b> | Folyáshatár $\geq 500$ MPa<br>Pl: X 42 – X 70                                                    | <b>M21 / C1</b> | TÜV, DB, GL, BV,<br>LR, DNV, RINA,<br>ABS, CWB      | E81T1-NiMJ H4                                        | 17632-A T 50 6 1Ni P M 1 H5<br>17632-B T 57 6 T1 1MA N2M1 H5<br>17632-A T 46 4 1Ni P C 1 H5<br>17632-B T 55 4 T1 1CA N2M1 H5 |
| <b>MF 550 R</b> | Folyáshatár $\geq 550$ MPa<br>Pl: X 42 – X 80                                                    | <b>M21</b>      | - - -                                               | E91T1-Ni2 H4                                         | 18276-A T 55 6 Mn1,5Ni P M 1 H5<br>18276-B T 76 6 T1 1M N3C1M2 H5                                                            |
| <b>MF 620 R</b> | Folyáshatár $\geq 620$ MPa<br>Pl: X 42 – X 80                                                    | <b>M21</b>      | - - -                                               | E91T1-K2M H4                                         | 18276-A T 62 4 1,5NiMo P M 1 H5<br>18276-B T 69 4 T1 1MA N2M2 H5                                                             |
| <b>MF 690 R</b> | Folyáshatár $\geq 690$ MPa<br>Pl: X 42 – X 100                                                   | <b>M21</b>      | DNV, LR, GL, BV,<br>ABS                             | E110T1-K4MJ<br>H4                                    | 18276-A T 69 6 Z P M 1 H5<br>18276-B T 76 6 T1 1M N4M1 H5                                                                    |
| <b>MF 781 R</b> | Folyáshatár $\geq 460$ MPa<br>Pl: WT St 37 – WT St 52-3<br>Pl: COR-TEN A, B, C<br>Pl: Patimax 37 | <b>M21</b>      | - - -                                               | E81T1M H4                                            | 17632-A T 46 2 Z P M 1 H5                                                                                                    |
| <b>MF 825 R</b> | Folyáshatár $\geq 460$ MPa<br>Pl: 16Mo3                                                          | <b>M21</b>      | TÜV                                                 | E81T1-A1M H4                                         | 17634-A T Mo P M 1 H5<br>17634-B T 55 T1 1M 2M3 H5                                                                           |

1a. táblázat: Porbeles huzalok MAG orbitális hegesztéshez (a védőgázak az MSz EN ISO 14175:2008 szerintiek)

- megfelelő hegfürdő kontroll PE és PF pozícióban is,
- magas porozitással-, repedéssel-, kőtéshibával szembeni biztonság,
- kielégítő ütőmunka -40°C-on is,
- fröcskölésmentes cseppátmenet,
- előtolható legyen 2 huzalvezető görögével,
- torziós feszültségek ne legyenek a hegesztőhuzalban,
- HD < 3 ml/100g
- ne legyen nedvességfelvétel a raktározás/tárolás illetve a felhasználás során.

Fenti követelményeket teljesíti a jelen cikkben tárgyalt porbeles huzalos orbitális MAG hegesztés technológia, és kiválóan használható az általános csővezeték-építési munkákban  $\varnothing 300$  mm feletti csövek hegesztésénél.

## Berendezéstechnika

A berendezés a következő egységekből áll:

- 1.Orbitális hegesztőkocsi vezérlődobozsal,
- 2.Vezető szalag edzett acélból ,
- 3.MAG-áramforrás körülbelül 350 A-rel 60%-os bekapcsolási időnél.

A vezérlés építhető az áramforrásba integráltan is. A távvezérlő lehet különálló egység illetve az orbitális fejre is szerelhető. A léghűtésű hegesztőfej haladó és ívelő mozgást végez.

| Hegesztőhuzal   | C      | Si  | Mn  | Mo  | Ni  | Cu  | Ti | B |
|-----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| <b>MF 713 R</b> | 0,05   | 0,5 | 1,3 | -   | -   | -   | +  | + |
| <b>MF 821 R</b> | 0,05   | 0,5 | 1,3 | -   | 0,7 | -   | +  | + |
| <b>MF 550 R</b> | < 0,08 | 0,5 | 1,7 | -   | 1,4 | -   | +  | + |
| <b>MF 620 R</b> | < 0,08 | 0,5 | 1,4 | 0,2 | 1,7 | -   | +  | + |
| <b>MF 690 R</b> | < 0,08 | 0,5 | 1,7 | 0,2 | 2,0 | -   | +  | + |
| <b>MF 781 R</b> | 0,05   | 0,5 | 1,3 | -   | 1,2 | 0,5 | -  | - |
| <b>MF 825 R</b> | 0,05   | 0,5 | 1,3 | 0,5 | -   | -   | -  | - |

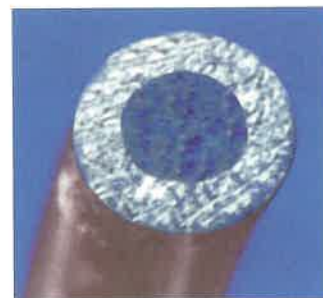
1b táblázat: A varratfém kémiai összetétele (tipikus értékek)

## Porbeles huzalok

Az 1a és 1b táblázat az orbitális hegesztési feladatokhoz alkalmas porbéléses huzalokat sorolják különböző acélokhoz X100-ig. Ezek a hegesztőhuzalok zárt csőkeresztmetszetűek, varratmentesek és rezegett felületűek. Az ebből fakadó előnyök:

- abszolút érzéketlen a nedvességfelvételle (HD < 5 ml/100g).
- visszaszárítás nem szükséges.
- a rezegett felületnek köszönhetően jó áramátadás.
- kiváló formastabilitás, nincsenek előtolási problémák,
- akár két „sima” (nem recézett) görögével is előtolható.
- nincsenek torziós feszültségek („drallfrei” – elcsavarodásmentes), stabilan égő ív.
- csekély áramátadó kopás.

Egyes típusok titánnal és bórral mikroötözöttek, ennek köszönhetően a varratok nagyon jó tulajdonságokkal rendelkeznek, ütőmunka értékeik pedig kitűnőek. A 3. ábra a leolvadá-



2. ábra. Varratmentes zárt porbeles huzal

si teljesítményre vonatkozó adatokat mutatja a hegesztési pozíció és az áramerősség függvényében.

## Felhasználási példák

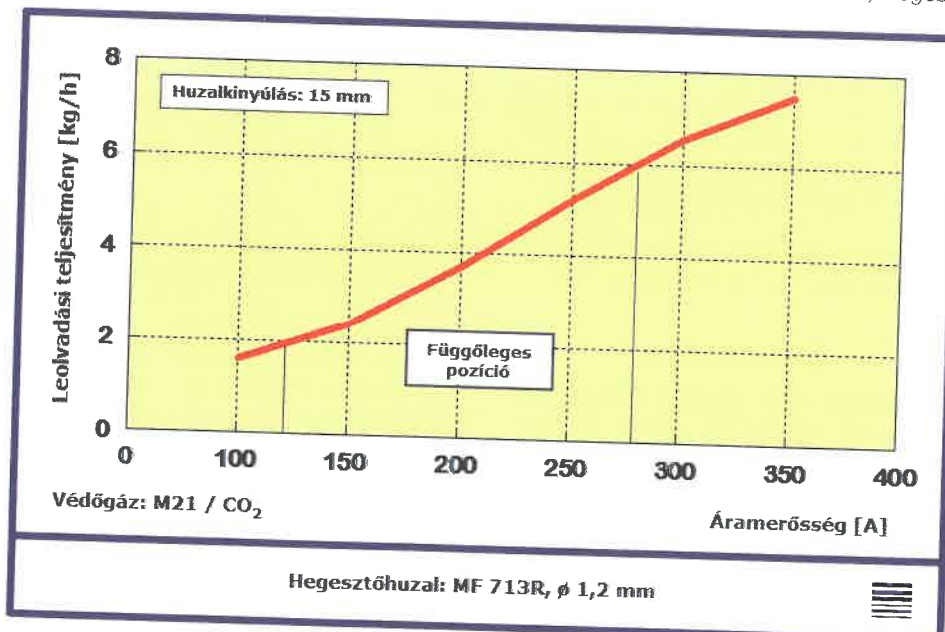
A 2. táblázat a tipikus hegesztési paramétereket jelöli a lemezvastagság és a varratfelépítés/előkészítés függvényében. A gyök fizikai megtámasztása technikailag lehetséges, azonban sok országban nem engedélyezett. Ajánlatos a gyök és a második (hot pass cellulóz bevonatú elektróda



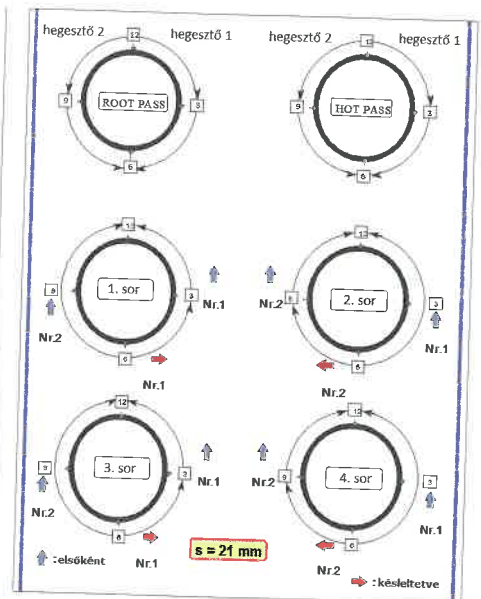
# TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

| Falvastagság [mm] | Nyitási szög | Sorok száma    | Huzalátmérő [mm] | Áramerősség [A]  | Feszültség [V] | Hegesztési sebesség [cm/min] | Leolvadási teljesítmény [kg/h] | Hegesztési idő [min/m] |
|-------------------|--------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 6                 | 60°          | 1 gyök-sor + 1 | 1,0              | 160-180          | 21-22          | 10,5-12,0                    | 1,89-2,16                      | 9,52-8,33              |
| 10                | 60°          | 1 gyök-sor + 2 | 1,0              | 160-180; 200-210 | 22-23          | 11,0; 14,0-15,3              | 2,16; 2,52-2,75                | 17,0-16,3              |
| 15                | 60°          | 1 gyök-sor + 4 | 1,2              | 16-180; 220-240  | 22-24          | 11,0; 14,6-16,8              | 2,16; 2,97-3,42                | 29,6-27,0              |
| 20                | 50°          | 1 gyök-sor + 5 | 1,2              | 160-180; 200-240 | 22-24          | 11,0; 13,0-15,0              | 2,16; 2,97-3,42                | 40,5-39,1              |
| 25                | 40°          | 1 gyök-sor + 6 | 1,2              | 160-180; 200-240 | 22-24          | 11,0; 12,4-14,3              | 2,16; 2,97-3,42                | 49,4-44,1              |
| 30                | 40°          | 1 gyök-sor + 9 | 1,2              | 160-180; 220-240 | 22-24          | 11,0; 13,0-14,9              | 2,16; 2,97-3,42                | 70,6-62,8              |

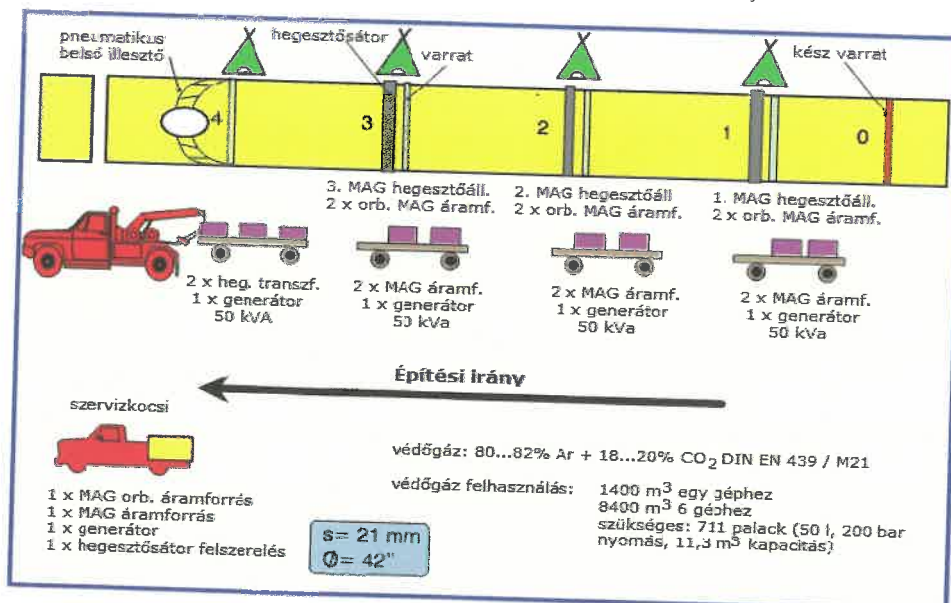
2. táblázat: Hegesztési paraméterek, huzal: MF 713 R, hegesztőgáz: M21, ~15 l/min



3. ábra. Az MF 713R huzal leolvadási teljesítménye



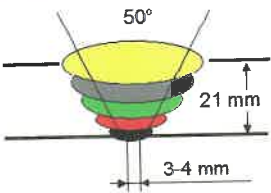
4. ábra. 2 géppel (Nr.1 és Nr.2) végzett orbitális MAG hegesztés

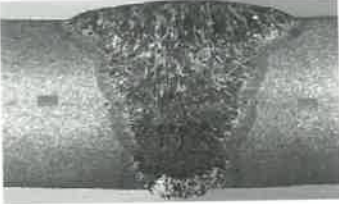


5. ábra. A vonalhegesztő csoport sematikus elrendezése

esetén) sort bevont elektródás kézi ívhegesztéssel hegeszteni. Kézi TIG hegesztéssel készülő gyök esetén az alsó tartományban (3-tól 9 óráig) 2 sor szükséges. Alternatív megoldás lehet megfelelő fémporos portöltetű huzallal hegeszteni egysoros gyök-sort emelkedő pozícióban. A töltősorok hegesztése porbeles MAG orbitális hegesztéssel 6 óra pozíciónál kezdődik és 12 óra pozíciónál fejeződik be, majd a 2. félcső szakaszt hegesztik. A hegesztés íveléssel történik, melynek paramétereit (szélesség, sebesség) minden egyes aktuális sorhoz illeszteni kell. Vízszintestől erősen eltérő varratokat ívelés nélkül kell hegeszteni. Élélőkészítésként „V” geometriájú előkészítést és 40...60° nyílásszöget szokás alkalmazni (lemezvastagságtól függően). A csövek illesztéséhez

# TECHNOLÓGIA – GYÁRTÁS

| Alapanyag       | Varratelőkészítés és felépítés                                                    | Hegesztési eljárás / porbeles huzal típusa | Áram-erősség | Feszültség | Sebesség | Vonalenergia |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|------------|----------|--------------|
|                 |                                                                                   | Ø 1,2 mm                                   | [A]          | [V]        | [cm/min] | [kJ/cm]      |
|                 |                                                                                   | Gyök: kézi porb.; MF 710 M                 | 120          | 18         | 10       | 12,96        |
| <b>X 65 mod</b> |  | 1. sor: orb. porb.; MF 713 R               | 170          | 21         | 9        | 23,8         |
|                 |                                                                                   | 2. sor: orb. porb.; MF 713 R               | 180          | 21         | 10       | 22,7         |
|                 |                                                                                   | 3. sor: orb. porb.; MF 713 R               | 180          | 22         | 12       | 19,8         |
|                 |                                                                                   | 4. sor: orb. porb.; MF 713 R               | 200          | 23         | 10       | 28,8         |

| Makrocsiszolat                                                                    | Leolvadási Teljesítmény [kg/h] | Vegyi összetétel [%] |        | Ütőmunka [J] ISO-V |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------|--------------------|------|------|------|
|                                                                                   |                                | alapanyag            | varrat |                    | RT   | 0    | -20  |
|  | Gyök: 2,0                      | <b>C:</b> 0,029      | 0,05   | varratközép        | 121  | 99   | 85   |
|                                                                                   |                                | <b>Mn:</b> 1,42      | 1,25   |                    | 118  | 86   | 56   |
|                                                                                   | 1. sor: 2,3                    | <b>Si:</b> 0,39      | 0,43   |                    | 122  | 86   | 81   |
|                                                                                   | 2. sor: 2,5                    | <b>P:</b> 0,007      | 0,013  | átlag:             | 120  | 90   | 74   |
|                                                                                   | 3. sor: 2,5                    | <b>S:</b> 0,0006     | 0,009  | átmenet            | >300 | >300 | >300 |
|                                                                                   | 4. sor: 3,2                    | <b>Ni:</b> -         | 0,21   |                    | >300 | >300 | >300 |
|                                                                                   |                                | <b>Al:</b> 0,046     | 0,027  |                    | >300 | >300 | >300 |

6. táblázat: Vizsgálati eredmények a MF 713 R huzallal orbitális MAG hegesztéssel készített kötésekről, alapanyag minőség: X 65 mod, falvastagság: 21 mm

pneumatikus működtetésű belső illesztő (IPLC "Internal Pneumatic Line Clamp") vált be. Az illesztési hézag 2...2,5 mm, amennyiben a gyöksort cellulóz bevonatú elektródával felülről lefelé hegesztik. A porbeles huzalos gyökvarrat hegesztés kevésbé érzékeny az illesztési hibákra (például a csövek excentricitásából adódó pozíció eltérésekre), bevont elektródáknál viszont ez az érték legfeljebb 3 mm. További előnye a fémporos porbeles huzalos technológiának, hogy nem szükséges az egyes sorok hegesztése előtt tisztítás, ami rendkívül időigényes művelet.

Nagyobb átmérők esetén gazdaságosabb egyszerre 2 berendezéssel dolgozni, ezt a módszert a 4. ábra szemlélteti (42"-os (savanyú) földgáz vezeték, X 65 mod, s = 21 mm). A maximális kihasználtság eléréséhez célszerű a berendezéseket 90°-kal eltérítve indítani, hogy 12 óra pozíciónál ne tudjanak összeütközni. Az eljáráshoz szükséges feltétel, hogy a hegesztések a vázolt elrendezésben 3 hegesztő állomással történnek, ahol állomásonként 2 orbitális fej dolgozik. Ha a gyök- és 2. sor (hot pass) hegesztése bevont elektródás kézi ívhegesztéssel történik, ~17 óra alatt 30 körvarrat 3 állomáson készül el. Az 5. ábra hivatott szemléltetni az elrendezést. Ha 6 hegesztőgép-kezelőt, 1 villamos szakembert és 3 további munkatársat rendelünk a 3 állomás-

hoz, akkor összesen és egyidejűleg 10 szakemberre van szükségünk.

## Összefoglalás

A távfűtés, víz-, kőolaj-, földgáz vezeték stb. építésben mind nagyobb mennyiségben használnak fel acél csöveket, amelyek kötéstechnológiája gyakran valamilyen ömlesztő hegesztő eljárás. A cellulóz bevonatú bevont elektródás kézi ívhegesztés továbbra is „domináns” eljárás, azonban a MAG orbitális hegesztés egyre nagyobb jelentőséggel bír, térhódítása meglehetősen gyors – az ez irányú fej-

lesztéseket minőségi és gazdaságossági megfontolások indokolják, illetve bizonyítják. A jelen cikkben tárgyalt porbeles huzalos orbitális MAG hegesztés alkalmas töltő és takaró sorok készítésére PE, PF, PA pozíciókban. Gyöksor (root-/hotpass) készítésére alkalmas lehet bevont elektródás kézi illetve TIG hegesztés, de mindenképpen meg kell említenünk, hogy kísérletek bizonyítják a gépesített porbeles MAG eljárás alkalmasságát is. További jelentős előny a munkát végzők kisebb terhelése.

írta: Dr.-Ing. E. Engindeniz  
fordította: Pásztor Csaba (Hegpont Kft)

**Dr. Kálmán András**  
okleveles gépészmérnök  
az Andrássy Gyula Szakközépiskola  
nyugalmazott igazgatója

2010. október 14-én,  
élete 80. évében váratlanul elhunyt.

**Emlékét kegyelettel megőrizzük!**



szakértő  
kereskedelem



Speedglas

# Olcsóbb a szemé világánál



**Speedglas 9100V**  
listaár: 95.500,- HUF + ÁFA  
helyett  
akciós ár:  
59.990,- HUF + ÁFA



**Speedglas 100V**  
listaár: 45.500,- HUF + ÁFA  
helyett  
akciós ár:  
29.990,- HUF + ÁFA

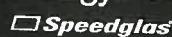


**Speedglas 9100X**  
listaár: 113.000,- HUF + ÁFA  
helyett  
akciós ár:  
99.990,- HUF + ÁFA



**Speedglas 100V design**  
listaár: 55.000,- HUF + ÁFA  
helyett  
akciós ár:  
34.990,- HUF + ÁFA

10 éve a magyar hegesztési piacon



**Az eredeti  
felismerhető...**

**Megbízható  
partner...**

**... a hegesztéshez,  
forrasztáshoz,  
vágáshoz,  
csiszoláshoz.**

Hegesztéstechnikai  
eszközök,  
ív- és lánghegesztő  
készülékek,  
csiszolóanyagok,  
védőeszközök,  
elektródák,  
forrasztóanyagok  
és szerszámok  
nagy választékban  
kaphatóak  
hegesztéstechnikai  
áruházunkban,  
szaküzleteinkben.

**... már a dobozáról is!**

**Vegyen eredeti  
hegesztőpisztolyt!  
Kérjen információt!**



**Cooptim<sup>®</sup>**

*A Binzel kizárólagos forgalmazója*

**Hegesztéstechnikai áruházunk:**

2030 **Érd**, Budafoki út 10.  
Tel.: (23) 521 430 Fax: (23) 521 439  
E-mail: [info@cooptim.com](mailto:info@cooptim.com)

**Szaküzleteink:**

8000 **Székesfehérvár**, Géza u. 54.  
Tel.: (22) 504 170 Tel./fax: (22) 301 751

2330 **Dunaharaszti**, Alsónémedi út 65.  
Tel./fax: (24) 492 128



Gerd-Volker Klaas

## Hegesztőrobot állomások a termelékenység növelésére

A robotos hegesztési alkalmazások egyre nagyobb szerepet kapnak a termelékenység növelésében. A nemzetközi versenyhelyzet hatására a cégek a hegesztés gyártási költségeinek csökkentésére illetve más gyártási eljárások alkalmazására kényszerülnek. A CLOOS cég, mint az egyik legrégebbi hegesztő- és automatizált eszköz gyártó, számos alkalmazást kínál a költségek csökkentésére a modern hegesztőberendezésekkel felszerelt robotrendszerei révén.

### A hozaganyagok és a MIG hegesztés gázainak általános helyzete

Korábban a lágyacélok hegesztésére portöltésű huzalokat kínáltak a felhasználóknak robotalkalmazásokhoz. Általában nem javasolt ezen huzalok alkalmazása, ha nincsenek különleges követelmények a hegesztőanyagra, minőségre vagy hegesztési feladatra vonatkozóan. A lágyacélok hegesztésére majdnem minden esetben a tömör huzalokat alkalmazzák, mivel alacsonyabb az ára, nagyobb a hegesztési sebesség valamint a leolvadási teljesítmény.

Erősen ötvöztött acélok hegesztésére gyakran tömör huzalokat használnak, néhány esetben azonban előnyösen alkalmazhatók a portöltésű huzalok.

Az, hogy töltött vagy tömör huzalt alkalmazunk acélok MIG hegesztésére, változó. A különböző acéltípusok ro-

botos MIG hegesztésére átlagosan kb. 70–80%-ban tömör huzal használatos.

Hasonlóképpen nehéz meghatározni MIG hegesztéshez használt gázok általános helyzetét. A lágyacélok hegesztésekor leggyakrabban alkalmazott gázok az Argon/CO<sub>2</sub> keverékgázok, 8–20% CO<sub>2</sub> tartalommal, erősen ötvöztött acélok esetén 2–3% CO<sub>2</sub> tartalmú vagy tiszta argon használatos. Néhány felhasználó oxigén tartalmú gázt is használ. Bármelyik gáz alkalmazható töltött vagy tömör huzalhoz.

Alumínium hegesztésére nagyon gyakran tiszta argont használnak, vékony alumínium lemezek vagy nagyobb hegesztési sebesség esetén hélium hozzáadásával.

### Védőgázas fogyóelektródás ívhegesztés robotokkal

A robotizált hegesztésben leggyakrabban a MIG-eljárást alkalmazzák. Ennek oka a központi anyag hozzávezetés illetve az, hogy ívszenzorral együtt alkalmazható.

A legutolsó fejlesztés a nagy teljesítményű MIG hegesztésben a tandem eljárás, melyet a nagy hegesztési sebesség és/vagy nagyobb leolvadási teljesítmény miatt alkalmaznak egyre elterjedtebben.

A plazma és az AWI hegesztési eljárásokat robotizált gyártásban szintén alkalmazzák. Ezek hátránya a nem központi anyaghozávezetés.

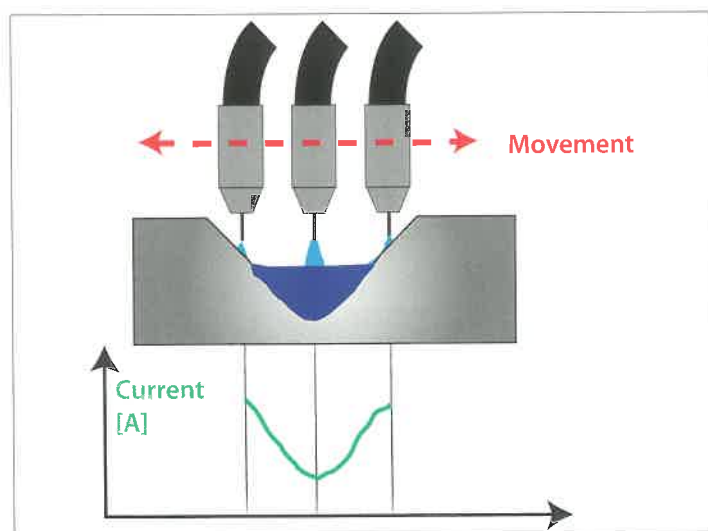
A lézer és lézer-hibrid rendszerek teszik lehetővé a legnagyobb hegesztési sebességet, a hegesztett szerkezet csekély deformációja mellett. Az eljárások hátránya a meglehetősen precíz varrat előkészítési igény és a lézersugár-rendszer nagy beruházási költsége.

### Érzékelési technikák

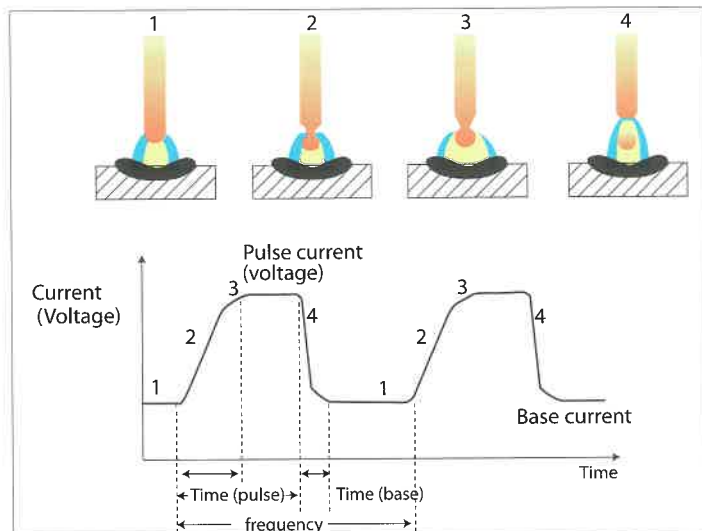
A érzékelési technikákat (szenzorokat) rendszerint akkor alkalmazzák, ha hosszú varratokat kell hegeszteni és a hegesztés közbeni deformáció a robot hegesztési pályájának online korrekcióját igényli. A leggyakrabban alkalmazott szenzorok az ívszenzor valamint nagy mozgási sebességek esetén a lézerszenzor.

Az ívszenzor elvi vázlata az 1. ábrán látható. Az hegesztési irányra merőleges oszcilláció a hegesztőáram szignifikáns (lényeges, jelentős) eltérését eredményezi. Ezen áramváltozás hatására a robot képes arra, hogy korrekt módon kövesse a varratot (V-varrat, tompavarrat). Az ívszenzor acél alapú anyagok esetén használható. Az alumínium huzal alacsony elektromos ellenállása miatt az ívszenzor nem alkalmazható alumínium anyagok hegesztésére. MIG hegesztésnél az áramjelet alkalmazzák, AWI és plazma hegesztésnél pedig a feszültségelek eltérésének alkalmazása jellemző.

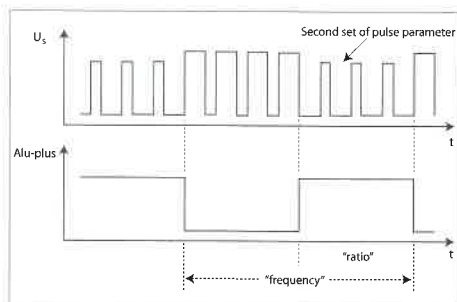
Nagyobb hegesztési sebességek mellett a lézerszenzort alkalmazzák a



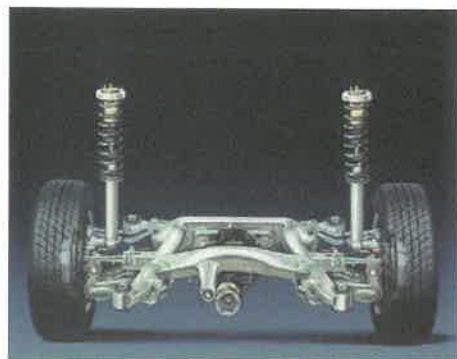
1. ábra. Az ívszenzor működési elve



2. ábra. Az impulzusív elve



3. ábra. Az Alu-Plus elve



4. ábra. Alumínium hátsó tengely szerkezet. Hegesztési eljárás: hagyományos MIG Alu-Plus-szal és tandem eljárással. Hegesztési sebességek: hagyományos MIG: 60-80 cm/min, Tandem: 180-210 cm/min



5. ábra. Robotizált MIG hegesztés a hajógyártásban

hegesztési varrat követésére. Azonkívül V-alakú varratok hegesztésekor a V-horony térfogatát lehet érzékelni. Ha a varrat térfogata megváltozik, akkor a robotvezérlés változtatja a hegesztési sebességet és/vagy a huzalelőtolást, annak érdekében, hogy a varrat keresztmetszete állandó maradjon.

## Hegesztési eljárások és robotalkalmazások

### Hagyományos MIG hegesztés

Robotos alkalmazásokban az uralkodó technológia a MIG eljárás. Függetlenül attól, hogy automatizált vagy félautomata MIG - eljárásról van szó, az impulzus ív alkalmazása jellemző minden anyagnál. Ezek az anyagok lágy vagy erősen ötvözött acélok, alu-



6.a ábra. Alumínium üzemanyagtartályok hagyományos MIG hegesztése lézerszenzorral, hegesztési sebesség 80 cm/min



6.b ábra. Azonos hegesztési feladat, mint 6.a ábrán, itt: tandem hegesztés, hegesztési sebesség: 180 cm/min

mínium vagy bronz (Cink ötvöztetésű acélok MIG forrasztása)

A 2. ábrán az impulzus ív elve látható. Ezen ívtípus előnye a közel fröcskölésmentes anyagátvitel. Ellentétben a hagyományos ívvel mint pl. a rövidív vagy permetes ív, ez egy csepp leválasztását és a csepp ömledékbe történő szabad átvitelét jelenti, rövidzárlat nélkül.

Ellentétben a hagyományos ívfajtákkal az impulzus ív hegesztési paramétereinek meghatározása is eltérő. Összesen hat paraméter rendelhető hozzá az impulzusívhez. Ehhez úgynevezett „egygombos kezelésű” vagy

szinergikus áramforrásokat fejlesztettek ki a hegesztési folyamat könnyebb ellenőrzése érdekében.

Kimondottan alumínium MIG hegesztésére fejlesztette ki a CLOOS cég az úgynevezett „Alu-Plus” -t (3. ábra).

Egy második impulzus paramétersor segítségével a beolvadás mélysége nagyobb lesz és a varrat felülete olyan, mintha az alumíniumot AWI eljárással hegesztették volna. Ezen kívül a varratok dinamikus terhelése nagyobb lehet, ellentétben a hagyományos impulzusívvel készült varratokkal.

A BMW 5-ös sorozatának és a Mercedes S- és E- osztályának alumínium felfüggesztései készülnek robottal és Alu-Plus- funkcióval. (4. ábra)

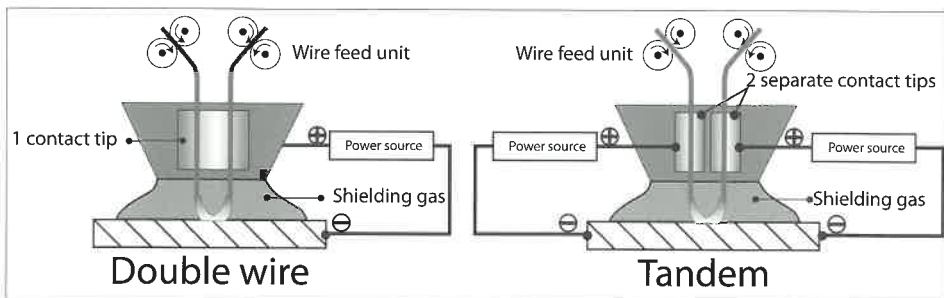
A hajóépítésben lágy acélok robotos MIG hegesztésére látható egy példa az 5. ábrán. Ezen a gyártósoron a tartály és konténer szektorban, négy felső portális robot dolgozik együtt egy 72 méteres X tengelyű pályán mozogva. Mindegyik robot egy 2,5 x 16 x 4 méteres (X-, Y-, Z-tengely) tartományban dolgozik.

A robotok tompavarratokat hegesztenek a padlólemez és a válaszfalak vagy merevítések között, pl. függőlegesen felfelé. Itt impulzusívet vagy rövidívet alkalmaznak. Hasonló portálok kerültek kifejlesztésre videomonitoring rendszerrel felszerelve, amely 2 kamerával dolgozik.

A 6. ábrán látható másik példa alumínium tartályokat mutat, melyek a tehergépjármű-gyártás számára készülnek. Itt két robot Master-Slave konfigurációban gyárt alumínium tartályokat közepes, 0,8 m/perces hegesztési sebességgel, egy robot lézerszenzorral rendelkezik. A hegesztési varratok szivárgásmentességét hélium töltéssel ellenőrizték.

### Tandem (nagyteljesítményű) hegesztés

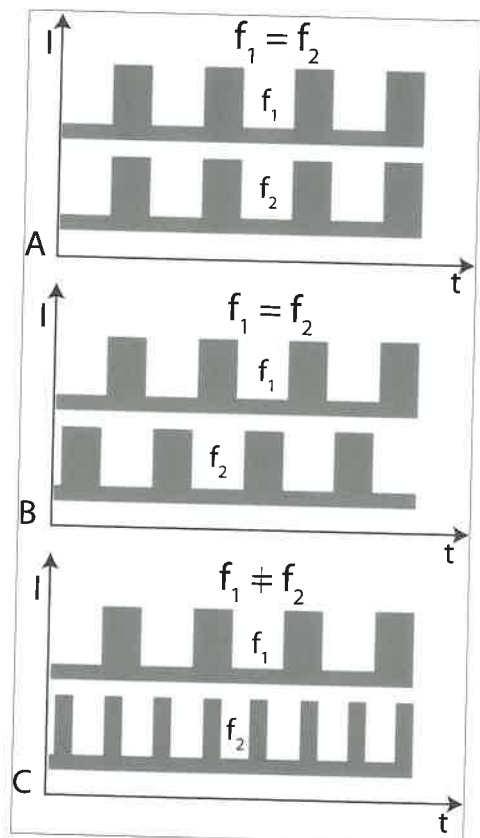
A következő lépés a költségek csökkentésében az úgynevezett „tandem”



7. ábra. A kéthuzalos és a tandem hegesztés elve. A tandem eljárás két különálló áramátadót és áramforrást használ. Mindkét ívnek saját hegesztési paramétereinek van. A kéthuzalos eljárásnál a huzalok hegesztési paramétereik egyeznek!



# SAJTÓKÖZLEMÉNYEK



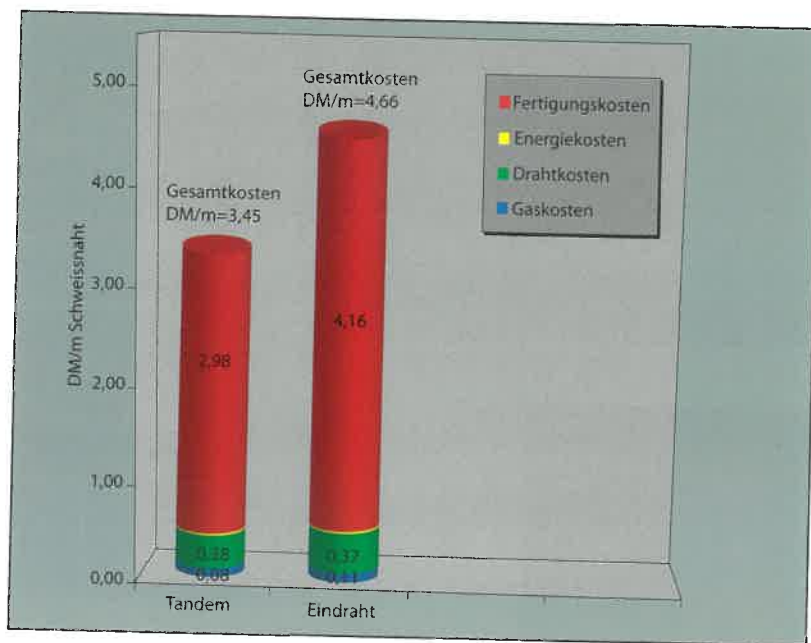
8. ábra. A tandem eljárás impulzus – szinkronizációjának különböző formái: A) szinkronizált; B) szinkronizált és fázisban eltolva; C) nincs szinkronizálás

MIG eljárás. A Cloos cég a 70-es évek elején „kéthuzalos” MIG eljárás forgalmazásával kezdte. A 7. ábrán a két eljárás közötti alapvető különbség látható. A 90-es években a Cloos elsők között volt a robotizált hegesztésben az új tandem eljárással és több, mint

500 tandem-konfigurációjú robotot értékesített az elmúlt 7 év alatt.

A tandem hegesztés bármely típusú acél, alumínium és bronz hegesztésére használható pl. az autó-, hajó- daru- és vasúti gyártásban. A nagy hegesztési sebességek (nagyobb, mint 6 m/perc) miatt a tandemhegesztés csak robottal végezhető.

A '90-es években a tandem eljárás felváltotta a kéthuzalos hegesztést, az áramforrások technológiájában végrehajtott fejlesztések révén illet-



9. ábra. Költségszámítás a 6.a és 6.b ábrákhoz (hagyományos MIG és tandem).  
Fordítás: Gesamtkosten = összköltség; Schweißnaht = hegesztési varrat;  
Fertigungskosten = gyártási költségek; Energiekosten = energiaköltségek;  
Drahtkosten = huzalköltség; Gaskosten = gázköltség; 1 DM = 0,51 €



10. ábra. Kipufogórendszer, Tandem forrasztás AlBz 8 hozaganyaggal, hegesztési sebesség 6 m/min

|                                  | Single wire                     | Tandem                             | Strip wire                            |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Process modification             |                                 |                                    |                                       |
| Wire Ø (l x w)                   | 0,8–1,6 mm                      | 1,0–1,2 mm                         | 4,0–6,0 x 0,5–0,8 mm                  |
| Area:                            | 0,5–2,0 mm                      | 1,6–2,26 mm                        | 2,0–4,8 mm <sup>2</sup>               |
| Standard wire:                   | 1,2 mm (=1,13 mm <sup>2</sup> ) | 2 x 1,2 m (=2,26 mm <sup>2</sup> ) | 4,5 x 0,5 mm (=2,25 mm <sup>2</sup> ) |
| Gas flow V                       | 12 – 20 l/min                   | 25 – 30 l/min                      | 15 – 25 l/min                         |
| Max. welding fillet weld; a5; PB | 80 cm/min                       | 200 cm/min                         | 120 cm/min                            |

11. ábra.

A hagyományos MIG, tandem és szalagelektrodás ívhegesztés összehasonlítása

ve azért, mert a tandem eljárással elért hegesztési eredmények jobbak. Tandem hegesztés során a legtöbb esetben mindkét elektródán impulzus-ívet alkalmaznak. Ez lehetőséget ad a felhasználónak arra, hogy különböző impulzus-szinkronizációt alkalmazzon, lásd 8. ábra.

Az eljárás hagyományos, 1 huzalos MIG eljárással szembeni hatékonyságának érzékeltetése érdekében, a 6.b ábrán összehasonlítás látható azonos hegesztési feladatok esetén. A végső költségsszámítás a 9. ábrán a tandem eljárás alkalmazása esetében közelítőleg 35% költségcsökkenést mutat.

A legutóbbi fejlesztés ezen a területen a tandem MIG forrasztás, amit nagyon gyakran horganyzott acéllemezekenél használnak. A tandem MIG forrasztásra látható egy példa a 10. ábrán.



12. ábra. Hőcserélők AWI hegesztése



13. ábra. Pilot-íves AWI-hegesztőpisztoly nagyfrekvencia nélküli ivgyújtáshoz

## Szalagelektrodás hegesztés

Egy újfajta hegesztési eljárás az úgynevezett szalagelektrodás hegesztés, lásd 1. A szalagelektrodás eljárás azonos a standard egyhuzalos (kerek huzalos) eljárással, azonos anyaggal és áramforrással. Az eltérés a hagyományos MIG eljáráshoz képest a nagyobb hegesztési sebesség és a tűrések jobb áthidalhatósága. Ez idáig még az iparban nem nyert alkalmazást ez az eljárás. A jövőben főleg alumínium esetén és a robotos mozgatással együtt kerülhet ipari alkalmazásba a szalagelektrodás hegesztés.

A hagyományos MIG-tandem és szalagelektrodás hegesztés összehasonlítása látható a 11. ábrán.

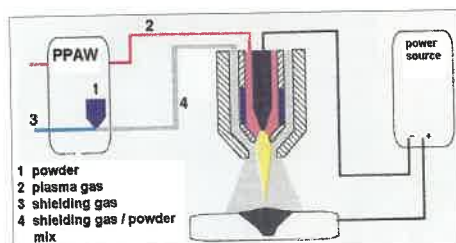
## AWI hegesztés

A robotizált AWI hegesztést – ellentétben a MIG hegesztéssel – ritkábban alkalmazzák (kb. 95% MIG, 5% AWI és plazma). Az AWI eljárás előnyei a fröcskölésmentes varrat, a varrat jó felületi minősége és a varrat általában jobb mechanikai tulajdonságai. Robotizált alkalmazások találhatók a hőcserélők gyártása, fémbútor-gyártás, vízbojlerek gyártása stb. terén.

Egy hőcserélők gyártásánál használatos robotos, hideg huzal hozzávezetése, AWI alkalmazás látható a 12. ábrán. A munkadarabok átmérője 210 és 1400 mm közötti. A csövek



14. ábra. Üzemanyagtartályok plazmahegesztése az autóipar számára



15. ábra. A PPAW eljárás elve

átmérőjétől függően a robot 40–50 másodpercet igényel egy-egy körvarrat hegesztésére.

Néha nehézkes az AWI ív újragyújtása, ha nem áll rendelkezésre nagyfrekvenciás rendszer. Az ilyen pisztolyokhoz fejlesztette ki a Cloos cég a pilot ívet, 13. ábra.

## Plazma

Hasonlóan az AWI eljáráshoz, a robotizált plazmahegesztés ritka. A 14. ábrán látható gyártósort az autógyártásban üzemanyagtartályok gyártására használják, különféle hegesztési eljárások alkalmazásával, mint például AWI, ellenállás pont- és plazmahegesztés. A plazmahegesztést a két tartályfél éleinek összehegesztésére használják.

Számos üzem érdekelt a plazma eljárás továbbfejlesztésében. A jövőbeni kutatások középpontjában a nagyobb plazmasűrűség és a plazmapisztoly áttervezése áll majd.

## Poradagolásos plazmahegesztés (PPAW)

A poradagolásos plazmahegesztés alapelve a 15. ábrán látható. A PPAW eljárás leolvadási teljesítménye nagyon



16. ábra. PPAW hegesztés a bútoriparban. Baloldal festve, porfelvételi sebesség: 25g/min



17. ábra. Kerékpárvázak PPAW hegesztése

alacsony (maximum 100 g/perc). Az eljárás keskeny, jó minőségű varratok hegesztésére alkalmas. A 16 és 17. ábrán látható példák áttekintést adnak ezen eljárás ipari alkalmazásáról.

## Lézer-hibrid hegesztés

A hagyományos védőgáz ívhegesztéssel kombinált lézersugaras hegesztéseket nevezik lézer-hibrid eljárásoknak. Elsődlegesen az autógyártás, a hajógyártás és szállítórendszerek gyártói érdekeltek ezen eljárás alkalmazásában, 18. ábra. A hegesztett anyagok acél és alumínium konstrukciók. Az eljárás előnye az extrém nagy hegesztési sebesség a hegesztett szerkezet csekély deformációja mellett. Hátránya a lézerrendszer nagy beruházási költsége, a magas karbantartási költségek és végül az igényelt nagy varrat- előkészítési pontosság.

Az új fejlesztések a lézer és a PPAW technológia kombinálására koncentrálnak. Az első, acél hegesztésére és forrasztására irányuló kísérletek sikeresek voltak.

## Összefoglalás

A védőgáz ívhegesztési eljárások, kezdve a 1940-es években az AWI eljárás



# SAJTÓKÖZLEMÉNYEK

rással, még mindig a robotizált és automatizált hegesztés középpontjában állnak. Különösen a tandem eljárással új dimenziók nyíltak meg a MIG eljárás számára. Új eljárásváltozatok még fejlesztési fázisban vannak, mint pl. a szalagelektrodás ívhegesztés.

A lézersugaras és a hagyományos hegesztés kombinációja új lehetősége-

ket kínál a hegesztéstechnológiában. A lézerberendezés költségei a jövőben várhatóan csökkenni fognak, így a lézer-hibrid hegesztés új alkalmazásokban jelenik meg (alkalmazási területe kiszélesedik)

A különböző hegesztési eljárások újabb és újabb változatai fognak megjelenni a piacon, melyek a gyártók

speciális hegesztési problémáit oldják majd meg. A modern hegesztési technológiák robottal együtt történő alkalmazásának tendenciája kétségtelenül emelkedni fog.

Gerd-Volker Klaas,  
Closos Schweisstechnik GmbH, Haiger,  
Németország

## Tájékoztatás

Felhívjuk a **2005. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje: **2010. 12. 31.** A tanúsítványok meghosszabbításához az MSZ EN 473 9. pontja szerint az alábbiak szükségesek:

\*  
folyamatos munkavégzés igazolása,

\*  
az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat **MSZ EN 473 szerint** (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szöveg olvasását, valamint színlátása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárással szemben használt színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Ishihara: Test for colourblindness – gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos – könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges.

\*  
régí tanúsítvány megküldése.

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

*Kellemes ünnepeket kívánunk!*

**CLOOS**

Weld your way.

**Crown International Kft.**

1163 Budapest, Vámosgyörk utca 31 | Tel.: (+36 1) 403-5359 | Fax: (+36 1) 403-2243 | email: info@cloos.hu | www.cloos.hu





## FastMig Pulse akció! A megoldás 1 gépben!

### FastMig Pulse 450W-WORK Pack

Inverteres áramforrás  
60% Bi = 450 A (vízhűtéses kivitel)  
Komplett kivitel!

listaár: 2 100 000 Ft  
akciós ár: 1 499 000 Ft

akció!

WiseROOT  
WisePENETRATION  
WiseTHIN

akciós ár: 490 000 Ft  
akciós ár: 400 000 Ft  
akciós ár: 450 000 Ft

### szoftver csomag - WORKPACK

komplett megoldás CMn acélok tömör /  
porbeles huzalos hegesztéséhez: 1-MIG / PULSE MIG

komplett megoldás korrózióálló acélok tömör /  
porbeles huzalos hegesztéséhez: 1-MIG / pulse MIG

komplett megoldás Al-és ötvözetek tömör huzalos  
hegesztéséhez: 1-MIG / pulse MIG

### szoftverek

|                          |          |               |
|--------------------------|----------|---------------|
| AlSi / AlMg5 / AlMg4,5Mn | 1-1,2 mm | 1-MIG / PULSE |
| CMn tömör huzal          | 1-1,2 mm | 1-MIG / PULSE |

|                            |        |       |
|----------------------------|--------|-------|
| CMn rutilos porbeles huzal | 1,2 mm | 1-MIG |
| CMn fémporos huzal         | 1,2 mm | 1-MIG |

|                                     |          |               |
|-------------------------------------|----------|---------------|
| 316LSi / 308LSi korrózióálló huzal  | 1-1,2 mm | 1-MIG / PULSE |
| rutilos korrózióálló porbeles huzal | 1,2 mm   | 1-MIG         |

### opciós kiegészítők

WiseROOT™  
gyökhegesztő program CMn és  
korrózióálló acélokhoz



WisePENETRATION™  
beolvadás kontroll CMn és  
korrózióálló acélokhoz



WiseTHIN™  
vékonylemez hegesztő program CMn és  
korrózióálló acélokhoz



### az akció időtartama

2010. szeptember 13. – 2010. december 31.

garancia  
2év!

### további információk

a corweld.hu és kemppi.com oldalakon juthat.





## Fémek hegeszthetősége

### Titán és ötvözetek

A titánt és ötvözeteket a következő tulajdonságai miatt választják és alkalmazzák:

- a szilárdság és a tömeg aránya nagy,
- korrózióálló
- mechanikai tulajdonságai magas hőmérsékleten

A titán az egyetlen fém, amely olyan szilárd, mint az acél, de tömege a fele és korrózióálló tulajdonsága kiváló. Hagyományos alkalmazásai az űrtechnika és a vegyipar területén vannak. Legutóbb, különösen mióta a titán ára lényegesen csökkent az ötvözeteket egyre nagyobb mértékben alkalmazzák más iparágakban is mint pl. az offshore technika.

A titán különböző ötvözettypusai azonosítottak és van irányelv az alkatrészek gyártásában alkalmazott hegesztési eljárásokra és módszerekre (technikákra) anélkül, hogy csökkennének a korróziós, oxidációs és mechanikai tulajdonságai vagy hegesztési varrathibák keletkeznének.

#### Anyagtípusok

##### Ötvözetcsoporthoz

Mikroszerkezetük szerint alapvetően három ötvözettypust lehet megkülönböztetni:

- **Titán:** a kereskedelmileg tiszta (98 – 99,5% Ti) vagy kis mennyiségű oxigén, nitrogén, karbon és vas adalékkal megnövelt szilárdságú fém,
- **Alfa ötvözetek:** ezek nagy részben egyfázisú és max. 7% Al-t és kis mennyiségben (kb. 0,3% -ban) oxigént, nitrogént és karbont tartalmaznak. Az izzított állapotú ötvözetek ömlesztőhegesztéssel hegeszthetők.
- **Alpha-beta ötvözetek:** ezek jellemzően kétfázisúak, mikroszerkezetüket 6% Al ötvözéssel alakítják ki, és különböző

mennyiségű beta ( $\beta$ ) kialakulást segítő adalékokkal, mint pl. a vanádium, króm és a molibdén. Az ötvözetek izzított állapotban jól hegeszthetők.

Azoknak az ötvözeteknek a hegesztése nem „egyszerű”, amelyek nagy mennyiségben tartalmaznak beta-fázist és olyan stabilizáló elemeket is, mint pl. a króm.

A leggyakrabban használt ötvözetek az 1. táblázatban találhatók és hozzájuk rendelve az ASTM-nek megfelelő jelzés is. Az iparban a legnagyobb mértékben alkalmazott ötvözetek a kereskedelmileg tiszta fokozatok és a 6% Al-t és 4%V-t tartalmazó ötvözetváltozatok.

#### Ötvözött hegesztőanyagok

A titán és ötvözetek hegesztéséhez az alapanyaggal egyező vegyi összetételű hegesztőanyagot célszerű választani olyat, ami az Amerikai Hegesztési Szövetség (AWS) előírásában (AWS A 5.16-2004) megtalálható. Az általánosan alkalmazott titánötvözet alapanyagokhoz ajánlott hegesztőanyagok felsorolása az 1. táblázatban van.

Ha nagyobb szilárdságú titánötvözetek hegesztését kisebb szilárdságú hegesztőanyaggal végzik, ennek oka az, hogy megfelelő varratfém alakváltozó-képességet érjenek el. Például az ER-Ti-2 jelzetű ötvözetlen hegesztőanyag használható a Ti-6Al-4V és a Ti-5Al-2.5Sn ötvözetek hegesztéséhez abból a célból, hogy „kiegyenlítse” a hegeszthetőségi, a szilárdsági és az alakíthatósági követelményeket.

#### Varrathibák

Ez az alapanyag és ötvözetek ömlesztőhegesztéssel jól hegeszthetők feltéve, ha az előkészítés megfelelő,

szakszerű. Az AWI (TIG) és a plazma eljárások Ar vagy Ar+He védőgáz felhasználásával alkalmasak különösen a 10 mm-nél kisebb anyagvastagságú alapanyag hegesztéséhez. A hegesztőanyag nélküli hegesztés esetében, ha az alapanyag vastagsága 3 mm-től kisebb az AWI (TIG) eljárás, és ha az anyagvastagság 6 mm-től kisebb, akkor a plazma eljárás használható. Az impulzusos MIG hegesztés új típusú bevont elektródahuzallal kis mértékű porozitást és fröcskölést okoz.

A legnagyobb valószínűséggel előforduló varrathibák a következők:

- varratfém porozitás,
- elridegedés,
- szennyeződés okozta repedés.

Általában nem jellemző a dermedési repedésképződés, vagy a H okozta repedés.

#### Varratfém porozitás

A varratfém porozitás a leggyakoribb varrathiba. A porozitás akkor és úgy keletkezik, amikor dermedés közben buborékok a dendritok közé „szorulnak”. A titánban a hidrogén az ív környezetében levő páratartalomtól származó nedvességből, vagy a hegesztőanyag és/vagy az alapanyag felületi szennyezőiből származik. Ezek leggyakrabban a varratporozitás okozói.

Lényeges, hogy először a kötést és a környező felületet zsírtalanítsák, gőzzel vagy oldószerrel, alkalinnal (bázikus anyaggal – lúggal) vagy gőzzel. Bármely felületi oxid revétlenítő/felülettisztító hatású maratással (HF-HNO<sub>3</sub> oldat), finom köszörüléssel vagy tiszta, rozsdamentes acél drótkéfével eltávolítható. Semmilyen körülmények között sem szabad erre a célra bármely más acél kefével használni. Miután a felületet tépődés és bolyhosodás

| ASTM minőségi osztály | Vegyi összetétel | Tartós-szakító-szilárdság (Mpa) | Hegesztőanyag | Megjegyzések               |
|-----------------------|------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                     | Ti-0.150         | 240                             | ERTi-1        | kereskedelmileg tiszta     |
| 2                     | Ti-0.200         | 340                             | ERTi-2        | kereskedelmileg tiszta     |
| 4                     | Ti-0.350         | 550                             | ERTi-4        | kereskedelmileg tiszta     |
| 7                     | Ti-0.200-0.2Pd   | 340                             | ERTi-7        | kereskedelmileg tiszta     |
| 9                     | Ti-3Al-2.5V      | 615                             | ERTi-9        | cső-összetevők             |
| 5                     | Ti-6Al-4V        | 900                             | ERTi-5        | „mindenre jó” ötvözet      |
| 23                    | Ti-6Al-4V ELI    | 900                             | ERTi-5ELI     | kevés intersztíciós adalék |
| 25                    | Ti-6Al-4V-0.06Pd | 900                             | ERTi-25       | korrózióálló minőség       |

1. táblázat. A gyakorlatban a leginkább előforduló titán ötvözetek és a javasolt hegesztőanyagok:

mentes törőruhával letörölték, akkor a hegesztés előtt a felülethez már ne érjen hozzá semmi. Ha AWI (TIG) eljárással vékony keresztmetszetet hegesztenek, a kötés környezetét száraz felület megmunkálással simára kell kikészíteni.

## Elridegedés

Az elridegedés oka lehet, hogy a varratfém szennyeződik gáz elnyelés, vagy szennyezők oldása következtében. Ilyen, pl. a felületen levő (vastartalmú) por. Az 500°C feletti hőmérsékleten a titán-nak nagy az affinitása az oxigénhez, nitrogénhez és a hidrogénhez. A hegfürdőt, a hőhatásövezetet és a lehűlő varratfémeket meg kell védeni az oxidációtól, és ehhez semleges gázt (argont vagy héliumot) kell használni.

Ha oxidáció lép fel, akkor a felületen levő oxid interferencia szín megjelenését eredményezi. Ez a felszíni, futtatási szín jelezheti, hogy a védőgáz megfelelő volt-e vagy sem, és hogy megfelelő vagy elfogadhatatlan mértékű szennyeződés keletkezett. Az ezüst és a szalmasárga szín elegendő mennyiségű védőgáz jelenlétet jelez, de néhány alkalmazásnál csak a sötétkék az elfogadható. A világoskék, a szürke és a fehér szín nagyobb oxigén szennyeződést jelez, ami általában már nem fogadható el.

A kis méretű alkatrészek hegesztésekor elegendő védőgáz-ellátás érhető el azáltal, hogy a hegesztést védőgázzal feltöltött, zárt kamrában végzik. He-

gesztés előtt ajánlott, hogy az ívet kis (külön levő) titán lemezdarabon gyújtásuk meg, amelyet „titán-ágy”-nak is neveznek. Így segítségével a környezeti atmoszférából az oxigén eltávolítható. Az ívgyújtáshoz használt titán lemezen az oxigén jelenlétének mértékét még az ívgyújtás előtt kb. 40 ppm-re kell csökkenteni, és a tényleges alkatrésznél pedig 20 ppm-nél kisebb legyen.

Csőben történő hegesztéskor a teljesen zárt hegesztőfej is hatékonyan védi a hegesztés környezetét és ajánlott orbitális hegesztő berendezéshez, amelynél a gázfúvókának a csőben körbe kell forognia.

Ha a hegesztés a szabadban történik, akkor a hegesztőfejen olyan vele együtt elmozduló védelem van, amely a varratfémeket lehűlés alatt megvédi. A védelem méretét és formáját/alakját meghatározza a kötés alakja, míg a hosszát a hegesztési áramerősség és a hegesztési sebesség befolyásolja. A szabadban történő hegesztéskor lényeges hogy, a kötés ellenkező (gyök) oldalát is védjük az oxidációtól. Az egyenes kötéseknel, horonnyal készített réz alátétgyám van, amely segítségével a kötéshez argont vezetnek. A szokásos, ismert gázöblítési eljárás (technika) megfelelő.

## Szennyeződés okozta repedés

Ha az alkatrész felületén vas van, ezek a varratfémekben oldódnak, és csökkentik a korrózióval szembeni ellenállást. Ha jelenlétük elég nagy, akkor elridegedést okoznak. A vas részecs-

kék a hőhatásövezetben is meghatározóak, ahol a részecskék helyi megolvadása titánvas eutektikum zárványokat képeznek. Mikrorepedés előfordulhat, de valószínűbb, hogy a vasban dúsult zárványok a korrózió számára jelentenek kedvező körülményt.

Külön figyelmet kell fordítani arra, hogy elválasszák a titánt az acél feldolgozás, megmunkálás helyétől, úgy hogy a titán feldolgozására külön tiszta (üzemi) területet tartsanak fenn. A hegesztők feladata, hogy a munkadarabon megakadályozzák acél részecskék felületi beágyazódását, pl. azáltal, hogy:

- acél alapanyagot a titán feldolgozás közelében nem munkálnak meg,
- a munkadarabot letakarva megóvják attól, hogy a levegőben levő por a felületre kerüljön,
- nem használnak a felülettisztításhoz olyan drótkéfért, amelyet korábban acél tárgyhoz már alkalmaztak,
- közvetlenül a hegesztés megkezdése előtt a kötés környezetét (tisztára) kell törölni,
- a megtisztított fémfelületet nem szabad piszkos kesztyűvel érinteni.

A korróziós repedések elkerülésére és a vas okozta elridegedés előfordulásának csökkentésére a legjobb gyakorlat az, ha a titán feldolgozása elkülönített (külön) helyiségben, helyen történik.

*Welding and Cutting 8 (2009); Ja. 5  
(Copyright 2009 TWI Ltd)  
(fordította: Dr. Gremesberger Géza)*

## Railsafe 2 avagy a biztonságos vasúti pálya

### Képzés minősítés tanúsítás

Visszatekintve a 2003 évi EWF célkitűzésre, a hegesztőképzés minőségének javítására vonatkozó folyamatos útkeresés során kitűnt, hogy Európában a vasúti sínhegesztők képzése és minősítése terén nem létezett harmonizáció.

Mindazonáltal megállapíthatjuk, hogy időközben és manapság is történnek balesetek és balesetveszélyes helyzetek. Ezek a balesetek nemcsak személyi sérülést (esetenként halált) okoznak, hanem a vasúti forgalom leállását, és így anyagi veszteséget is. A vas-

útépítő szektor számára ez a helyzet nagyon nyugtalanító volt. Ez indította őket arra, hogy a hasonló balesetek elkerülése érdekében megoldást találjanak.

Mivel az oknyomozás egyik tényezőként a sínhegesztés varrathibáit állapította meg, szükségesnek tűnt határozott lépések tétele a hegesztők kompetenciájának garantálása érdekében.

Ilyen előzmények után született az a projektötlet, hogy európai szinten harmonizált

legyen a pályaheszenztők képzése, tanúsítása. A bevezetett két projekt a vasúti pálya (sín) hegesztők képzésére minősítésre és tanúsítására vonatkozó, nem kötelező státuszú harmonizált rendszer: RAILS SAFE (Aluminoter-mikus hegesztés), RAILS SAFE 2 (ívhegesztés).

Az érintettek megfelelő képviselési lehetőségeinek megteremtéséhez az alábbi szervezeti rendszert állították fel:

A fenti struktúrának megfelelően a Európai Hegesztési Szövetség (EWF) speciális szabá-





## Az iQSim konzorcium utolsó ülése Budapesten

Ezt a projektet anyagilag az Európai Bizottság támogatta.  
„Ez a publikáció (kommunikáció) csak a szerző(k) véleményét tartalmazza és a benne levő információ bármilyen felhasználásáért a Bizottságot felelősség nem terheli.”

A norvég, litván, görög, magyar és svéd tagokból álló konzorcium 2010. október 27–28. között Budapesten az Óbudai Egyetem helyiségeiben megtartotta terv szerinti utolsó ülését.

Az ülés előzőleg meghatározott napirendje logikusan a kétéves projekt áttekintését tartalmazta. A konzorciumi tagok erre készültek és a kijelölt felelősök rövid prezentációjukban a saját és a közösséghez kapcsolódó munkát tekintették át, különös tekintettel a projekt gyakorlati eredményeire és a kidolgozás alatt levő zárójelentésre, amit az EU Bizottsághoz kell benyújtani.

A projekt két fő részét külön tárgyalta a konzorcium.

Az első az iQSim hegesztő szimulátor újabb verziójának áttekintése volt. Ehhez Norvégiában és Görögországban dolgozó kollegákkal létesült videokonferencia keretében néhány felmerült és a használatot segítő észrevételt és félreértéseket tisztáztak a jelen levők. A végső változat az év végére készül el.

A másik rész a pedagógiai rész volt. Ez most is nagyobb figyelmet kapott, mert az új oktatási eszköz használatának szinte sehol sincs olyan

tradíciója, amely az ilyen jellegű ismeretek átadását szükségtelemmé tenné. Az új oktatási eszköz az iQSim hegesztési szimulátor. Ehhez igazodó új oktatási stílust és pedagógiai elveket, módszereket kell bevezetni. Először meg kell ismertetni mind az oktatókkal mind a hallgatókkal az eszközt és annak használatát. A projekt kidolgozása során számos újabb példát és esetet készített a konzorcium. A kipróbálásra hegesztő, oktató helyeket és felsőfokú intézményeket kért fel.

A programban részt vettek a Mátra Kft. és Benus Ferenc ügyvezető igazgató, a dunaiújvárosi Hegesztő Minősítő Bázistól Fülöp Zsoltné és a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszékéről Dr. Török Imre docens vezetésével a hegesztő tanulók csoportjai és egyetemi hallgatók.

A véleményüket az iQSim nemzetközi konzorcium által kidolgozott és elfogadott kérdőíven értékelték a résztvevők. Ennek alapján készült összesítés szerint a tetszési index 67–100% között mozog. Az intézmények, amelyek kipróbálták az iQSim hegesztő szimulátort, kifejezték azt az elhatározásukat, hogy a jövőben képzésükbe szívesen beépítenék a szimulátort.

A konzorcium ülésén, mint független szakértő részt vett Prof. Dr. habil. Algirdas Vaclovas Valiulis úr a Vilniusi Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar dékánja is, aki előzőleg megismerte az iQSim projekt részleteit, és értékelésében összefoglaló áttekintést adott a konzorcium munkájáról. Értékelésének záró gondolata pozitív kicsengésű volt. Véleménye szerint a projektet célszerű más hegesztési eljárásokra és alpanyagokra is kiterjeszteni. A konzorciumi tagok is egyetértettek vele.

Az MHTe, mint a projekt magyar gazdája lehetőséget biztosít az egyes képzőhelyeknek, hogy megfelelő körülmények között vegyék át a felhasználás jogát. Ez külön költséget nem jelent, viszont aki átvette felelős annak szakszerű használatáért, megőrzéséért és nem mulaszthatja el a megfelelő és helyes hivatkozásokat publikációkban, vagy előadásokon.

Az MHTe eddigi gyakorlatának megfelelően a jövőben is tovább keresi azokat a lehetőségeket, amelyekkel a hazai hegesztő társadalom számára lehetőség nyílhat új hegesztési eljárások, munkamódszerek, szemlélet és minőségirányítási fejlesztések megismerésére. Mindez része azoknak az európai szakmai erőfeszítéseknek, fejlesztéseknek, amelyek fontosak a hazai szakemberek napi munkájának korszerűsítéséhez.

## Az EduMecca projektben való részvételről

Az MHTe 2008-ban csatlakozott ahhoz a fejlesztő konzorciumhoz, ami az EduMecca elnevezésű két éves projektet indította el. A konzorcium tagjai, norvégok, svédek, szlovákok, szlovének, angolok és a magyar partner az MHTe. Ebben a projektben a konzorcium célul tűzte ki egy olyan internetes alapon működő hallgatói válaszadó rendszer (Student Response System SRS) kialakítását, aminek feladata, hogy az oktatásban a tanórai keretek között támogassa az oktató munkáját. A rendszer fő feladata a hallgatókkal való on-line kommunikáció kialakítása a jelenleg alkalmazható mobil eszközök bevonásával. Az elképzelés szerint a hallgatók saját mobil eszközeikkel és internet kapcsolat segítségével csatlakoznak az SRS rendszerhez, amin keresztül tudnak válaszolni az oktató által feltett kérdésekre. A projekt keretében kidolgozásra kerül a kommunikációt és értékelést végző program, valamint elkészül a kapcsolódó pedagógiai módszertani csomag is. A projekt megvalósításához nyolc területet kell kidolgoznia a csoportnak. Ezek a területek a következők, **WP I.** projekt menedzsment, **WP II.** nemzetközi és hazai környezet elemzése, **WP III.** oktatási anyagok fejlesztése

a termékorientált képzéshez, **WP IV.** oktatási módszertan adaptációja a nemzetközi és hazai normák alapján a hegesztők képzéséhez, **WP V.** minőségbiztosítás bevezetése, **WP VI.** megvalósíthatóság és eredményesség mérése, **WP VII.** projekt eredményeinek bemutatása, **WP VIII.** eszközigények tervezése és felmérése az SRS rendszer üzemeltetéséhez.

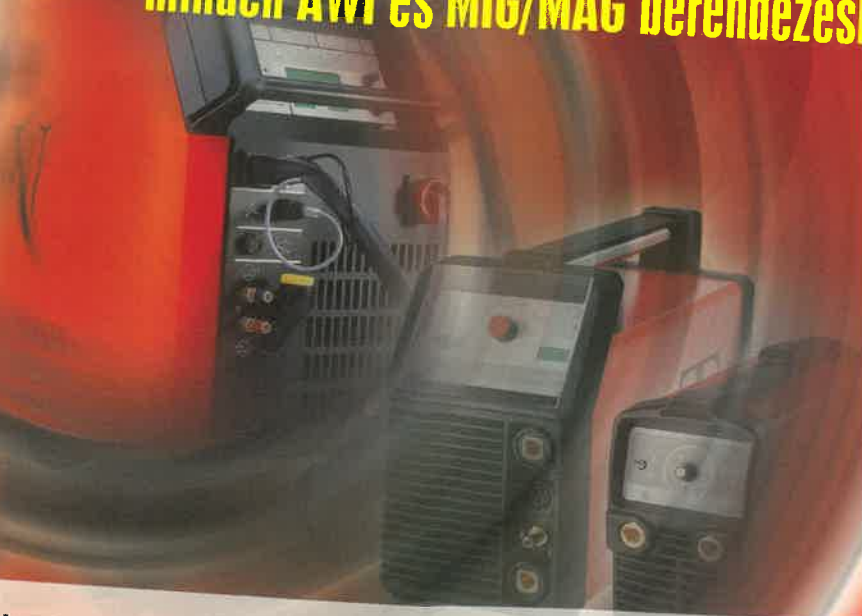
Az MHTe feladata volt a kettes terület részletes kidolgozása, vagyis a nemzetközi és hazai viszonyok felmérése. Természetesen az összes többi esetben is a partnerek közös együttműködésével jöttek létre a munkacsoportok. A projekt fontos eleme volt a folyamatos tesztelés is. A projekt második felében a 2010-es év elejétől az MHTe a partnerintézményei bevonásával folyamatosan tesztelt. Több mint 200 hallgató bevonásával 13 helyszínen mutatták be a rendszert. A tesztek mellett az MHTe megszervezte az oktatók továbbképzését is, három alkalommal három másik városban. A tesztek eredményeit és a fejlesztési tapasztalatokat folyamatosan közbeszó találkozókon vitatták meg a partnerek, és ezek alapján jelelték ki a fejlesztés további irányát. Az MHTe nem csak az országon belüli teszteléseket végezte, hanem szlovák partnerével közös

programban is alkalmazta az SRS rendszerét. A technikai háttér biztosításához a mobil eszközök a mostanában divatos iPodok voltak, amikből a projekt keretében az MHTe tíz darabot szerzett be. A tesztek alatt folyamatosan alakult a pedagógiai know-how is. Ma már ott tart a projekt, hogy a kész és véglegesített válaszadó rendszer mellett komplex pedagógiai módszertan is rendelkezésre áll. Pontosabban meghatározott, hogy a válaszadó rendszer a képzés mely szakaszában milyen célokkal tudja támogatni a tantermi órákat, és milyen előnyöket jelent a hallgatóknak és az oktatóknak. A projekt két éves időtartama decemberben lejár. Az elkészült rendszer elérhető lesz az MHTe közreműködésével, így további tesztek és felhasználási lehetőségek nyílnak meg a érdeklődők számára. A program további folytatása már előkészületek alatt van, aminek célja lesz, hogy az SRS rendszer tantermi alkalmazását továbbfejlesztve alkalmas legyen a vizsgáztatási feladatok elvégzésére is. Az EduMecca projekt előremutató és innovatív megoldásai kiemelik az MHTe oktatási tevékenységét az átlagos képzések közül és új irányokat adnak a hegesztők képzésében.



# AKCIÓ a készlet erejéi

Ajándék „SHINE DIN 4/9-13” automata fejpa  
minden AWI és MIG/MAG berendezés



**Qualiweld**  
Welding & Trade Kft.

H-8800 Nagykanizsa, Kemping út 0404/1 hrsz. • Tel.: +36 93/519-018  
Fax: +36/93/519-017 • E-mail: [info@qualiweld.hu](mailto:info@qualiweld.hu) • Web: [www.qualiweld.hu](http://www.qualiweld.hu)  
**HBS** GmbH és **LORCH** GmbH kizárólagos magyarországi márkaképviselője.  
Országos szervizhálózat: Nagykanizsa, Szigetszentmiklós, Miskolc

**Qualiweld**  
Welding & Trade Kft.

Újdonság  
a csaphegesztésben:

**PAC**  
rendszer

Folyamatos közvetett  
varratszilárdság-ellenőrzés  
külön időráfordítás nélkül  
Protokollkészítés minden egyes  
lehegesztett varratról



H-8800 Nagykanizsa, Kemping út 0404/1 hrsz. • Tel.: +36 93/519-018  
Fax: 36 93/519-017 • E-mail: [info@qualiweld.hu](mailto:info@qualiweld.hu) • Web: [www.qualiweld.hu](http://www.qualiweld.hu)

**HBS** GmbH és **LORCH** GmbH kizárólagos magyarországi márkaképviselője.  
Országos szervizhálózat: Nagykanizsa, Szigetszentmiklós, Miskolc



## Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv



és kritikus technológiák esetében, mint a hegesztés és rokon technológiái

Ezen a területen tűzte célul a versenyképesség növelését és a vállalkozói kultúra fejlesztésének elősegítését a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) által, a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, valamint több vállalat, vállalkozás támogatásával elkészített (2007-ben kiadott) szakma-specifikus kiadvány, a *Hegesztés és rokon technológiák c. kézikönyv*.

### A kézikönyv fejezetei:

- A hegesztés elméleti alapjai
- Fémek hegesztése, hegesztési eljárások, berendezések, hegesztőanyagok segédanyagok
- A hegesztett fémszerkezetek anyagai és hegesztésük
- Fémek termikus és vizsugaras vágása
- Fémszerkezetek hegesztésénél ébredő feszültségek és alakváltozások
- Hegesztett szerkezetek kialakítása
- Fémek hegesztett kötéseivel szemben támasztott követelmények, a hegesztett kötések vizsgálata
- Hegesztett fémszerkezetek gyártásának tervezése és szerelése
- Nemfémes anyagok hegesztése

– A hegesztés technológiai költségeinek meghatározása. A gazdaságosság mérése

– Forrasztás

– Munka és egészségvédelem, a biztonságos hegesztés és vágás

– Szabványok

A GTE kiadói tevékenységével, a Műgyetemi Kiadó nyomdai, műszaki szerkesztésével, 37 szerző munkásságával létrejött a szokásosnál nagyobb (A4-es oldal méretű), 905 oldal terjedelmű kiadvány

Ez mind a tudományos szakmai alaposág, mind az európai követelményrendszer, mind pedig az ipari gyakorlat területén megfelelő színvonalú. Alkalmass arra, hogy a hegesztést és rokon technológiáit alkalmazó vállalatoknak, mikro-, kis- és középvállalkozásoknak, valamint az oktatási intézményeknek hathatós segítséget nyújtson tevékenységükhöz, elősegítve ezáltal az Európai Unió versenyében a szakterület helytállását.

A kiadvány megvásárolható a Műgyetemi Könyvesboltban (Cím. 1111 Budapest, Goldmann György tér 3. V2 épület, fsz. 2. Tel. 463-2309, ill. megrendelhető levélben, vagy a megrendelés@kiado.bme.hu e-mail címen.

Dr. Szunyogh László, főszerkesztő

## Gépipari anyagismeret

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

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

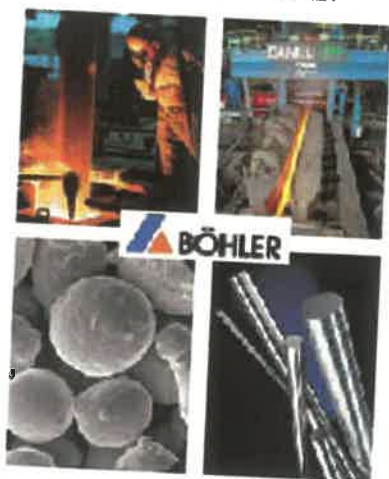
Ezt jól igazolja, a könyvben tárgyalt témák sokfélesége, azok szakmai mélysége, részletessége.

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

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

A könyv megvásárolható a Lira és Lant könyvesbolt hálózatában, a BOOKS.hu internetes könyvruházban <http://books.hu>, vagy közvetlenül a kiadótól COKOM Kft. [cokom@chello.hu](mailto:cokom@chello.hu)

### KOMÓCSIN MIHÁLY GÉPIPARI ANYAGISMERET





## Hegesztési zsebkönyv

### HEGESZTÉSI ZSEBKÖNYV



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

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

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

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

A könyv megvásárolható a Lira és Lant könyvesbolt hálózatában, a BOOKS.hu internetes könyvtárházban <http://books.hu>, vagy közvetlenül a kiadótól COKOM Kft. [cokom@chello.hu](mailto:cokom@chello.hu)

## Rendezvéynaptár

| Időpont                 | Hely                                | Megnevezés                                                                                                                        | Felvilágosítás                                                                                                        |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011.<br>01.31 – 02.01. |                                     | ASME Boiler Code Week                                                                                                             | ASME Training & Development<br><a href="http://www.asme.org/education/courses">www.asme.org/education/courses</a>     |
| 01. 20.                 | Stuttgart                           | Forrasztási szeminárium                                                                                                           | DVS rendezvény                                                                                                        |
| 05.10. – 13.            | Helsingor<br>Danmark                | JQM – 16, 16th International Conference on the Joining of Materials & 7th International Conference on Education in Welding ICEW-Z |                                                                                                                       |
| 05. 17. – 20.           | Budapest                            | MACH – TECH<br>kiállítás-vásár                                                                                                    |                                                                                                                       |
| 05. 23. – 26.           | Moszkva<br>Oroszország              | Russia Essen Welding & Cutting                                                                                                    | DVS                                                                                                                   |
| 06. 6. – 8.             | Columbia,<br>South Carolina,<br>USA | ASME Nuclear Technical Seminars & Workshops                                                                                       | Columbia Marriott, Columbia, SC<br><a href="http://www.asme.org/education/courses">www.asme.org/education/courses</a> |
| 06. 2. – 5.             | Shanghai<br>Kína                    | BEIJING – ESSEN<br>WELDING & CUTTING                                                                                              | DVS                                                                                                                   |
| 07. 17. – 23.           | Chennai<br>India                    | The Indian Institute of Welding<br>64th Annual Assembly<br>IIW – International Conference                                         |                                                                                                                       |
| 09. 15. – 16.           | Hajdúszoboszló                      | Hegesztési felelősök XIII. Országos Konferenciája                                                                                 |                                                                                                                       |
| 09. 26. – 29.           | Hamburg/<br>Németország             | DVS Congress @ DVS Expo                                                                                                           | DVS                                                                                                                   |
| 2012. 05. 24. – 26.     | Pula<br>Horvátország                | Eurojoin 8.                                                                                                                       |                                                                                                                       |
| 2012. 07.15 – 21.       | AWS<br>USA                          | 65th Annual Assembly<br>IIW – International Conference                                                                            |                                                                                                                       |
| 2012. 10. 21. – 24.     | Bulgária                            | 2nd South-East IIW Congress Welding High Tech<br>Technology in 21 st Century                                                      |                                                                                                                       |
| 2013.09. 12. – 17.      | Essen<br>Németország                | DVS<br>66th Annual Assembly<br>IIW – International Conference                                                                     |                                                                                                                       |



**Tisztelt Ügyfelünk!**  
**Kedves Olvasónk!**

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

Az úgynevezett színes (color) hirdetésen kívül választási lehetőséget adunk a fekete-fehér hirdetéseknek egy vagy több kísérőszínnel megjelenő hirdetésekre.

**Az újság vágott mérete: 215 x 290 mm.**

**A hirdetések mérete:**

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

*A 2010-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:*

|                                  | <i>Méret</i> |           |           |     |
|----------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----|
|                                  | <i>A4</i>    | <i>A5</i> | <i>A6</i> |     |
| <b>Színes hirdetés</b>           |              |           |           |     |
| Címlap fotó<br>(218 mm x 168 mm) | 125          | –         | –         | eFt |
| Hátsó külső borítón              | 115          | –         | –         | eFt |
| Első belső borítón               | 110          | –         | –         | eFt |
| Hátsó belső borítón              | 105          | –         | –         | eFt |
| Belíven                          | 100          | 85        | 75        | eFt |

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

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

Dr. Gremesberger Géza  
főszerkesztő

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

## **HFolyóirat megrendelő**

### **Megrendelem**

**a Hegesztéstechnika című folyóiratot**

☐ példányban

☐ folyamatosan a visszavonásig

**Az éves előfizetői díjat befizetem**

☐ belföldi postautalványon

személyesen a MHtE pénztárában

☐ átutalom  
a Magyar Hegesztéstechnikai  
és Anyagvizsgálati Egyesülés  
K&H 10200964-20214205 számú  
számlájára

Cím, ahová a folyóirat postázását kérem:

Aláírás (jogi személyeknél cégszerű aláírás)

## **HFHirdetés megrendelő**

Hirdetni kívánok a Hegesztéstechnika  
alábbi számaiban

| Szám   | A/4 | A/5 | A/6 | Színes | * | B. I. | B. II. | Belív | B. III. | B. IV. | db |
|--------|-----|-----|-----|--------|---|-------|--------|-------|---------|--------|----|
| 2011/1 |     |     |     |        |   |       |        |       |         |        |    |
| 2011/2 |     |     |     |        |   |       |        |       |         |        |    |
| 2011/3 |     |     |     |        |   |       |        |       |         |        |    |
| 2011/4 |     |     |     |        |   |       |        |       |         |        |    |
| 2012/1 |     |     |     |        |   |       |        |       |         |        |    |

Kérem igényem előjegyzését!

\*: Kísérőszín száma: 

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|

[illegible]