

Dobránszky János előadásai 2024-ben

Hegesztés



111, 112, 12, 72 és 73

2 – A 13-as eljárascsoport

Huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés;
huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés);
huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés)

A Hegesztés tantárgy előadási témakörei

1. A hegesztés általános alapfogalmai, a hegesztési eljárások rendszerezése
2. A hegesztés munkabiztonsági és egészségvédelmi vonatkozásai
3. A 13-as eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
4. **A 12-es, 72-es, 73-as eljárások alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai**
5. A 14-es eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
6. A 15-ös eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
7. **A 111-es, a 112-es és a 114-es eljárás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai**
8. A lánghegesztés (3) alkalmazásai, működése, felszerelései, anyagai
9. A lézeres hegesztés (52) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
10. Az elektronnyalábos (51) hegesztés alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
11. A termikus vágási eljárások (8) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
12. Az ellenállás- (2) és az indukciós (74) hegesztés alkalmazásai, működése, berendezései
13. A termithegesztés (71) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
14. Az ultrahangos hegesztés (41) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
15. A dörzshegesztés (42, 43 + a 44) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
16. A csaphegesztés (78) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
17. A forrasztás (9) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
18. A termikus szórás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
19. A műanyagok hegesztésének (6) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
20. Az építkező (additív) gyártás hegesztési vonatkozásainak alapismeretei
21. A hegesztett kötések roncsolásmentes anyagvizsgálata
22. A hegesztéstechnológiai tervezés alapismeretei
23. Az anyagok hegesztés során jellemző viselkedésének (hegeszthetőségüknek) az alapjai

A hegesztési eljárások rendszerezése

Ömlesztőhegesztés

Erőhatás nélküli, hegesztőanyaggal vagy a nélkül végzett, helyi megömléssel járó hegesztési folyamat, amelynek során a beolvadási felületnek meg kell olvadni.

Sajtolóhegesztés

Olyan hegesztési eljárás, amelynek során megfelelő mértékű külső erőhatást alkalmaznak annak érdekében, hogy az mindkét érintkező felületen több-kevésbé képlékeny alakváltozást okozzon, általában hegesztőanyag hozzáadása nélkül. Az illeszkedő felületeket hevíteni is lehet a kötéskialakítás megkönnyítése érdekében.

Illesztési felület

A munkadarabnak az a felülete, melyet a másik munkadarab felületével érintkezésbe kell hozni a kötés létrehozásáért.

1. Rendeltetés szerint

Kötőhegesztés
Felrakóhegesztés
Javítóhegesztés

2. A kötésképződés mechanizmusa szerint

Ömlesztőhegesztés
Sajtolóhegesztés

3. A kivitelezés módja szerint

Kézi hegesztés
Részben gépesített
Gépesített
Automatizált
Robotosított

4. A kötéshez szükséges energia forrása

I. Szilárd test
II. Folyadék
III. Gáz
IV. Villamos kisülés
V. Sugárzás
VI. Mozgó tömeg
VII. Villamos áram
VIII. Egyéb

Az I–IV. esetben az energia közvetlenül adódik át a meghegesztendő anyagnak, míg az V–VII. esetében a fizikai hatás magában az anyagban kelti a hőt, illetve a mechanikai energiát.

Az ömlesztőhegesztési eljárások rendszerezése

Az ömlesztőhegesztés olyan eljárások gyűjtő elnevezése, amelyek fő jellemzője az, hogy az összehegesztendő anyagoknak a kötési zónába eső jelentős része megolvad, egymással, és a szükség esetén adagolt hegesztőanyaggal összekeveredik, majd megszilárdulva létrehozza a varratfémét.

I. Szilárdtestes ömlesztőhegesztés (--)

II. Folyadékös ömlesztőhegesztés

Öntőhegesztés

Termithegesztés (71)

III. Gázos ömlesztőhegesztés

Lánghegesztés (3)

IV. Villamos ívhegesztések

Kézi ívhegesztés (111)

Porbeles elektródás, védőgáz nélküli ívhegesztés (112)

Fedett ívű hegesztések (12)

Huzalelektrodás, védőgázos ívheg. (13)

Nemleolvadó elektródás, védőgázos ívhegesztések (14)

Plazmaívhegesztések (15)

Elektrogázhegesztés (73)

V. Sugárzásos ömlesztőheg.

Lézeres hegesztés (52)

Elektronnyalábos hegesztés (51)

VI. Mozgó tömeges

ömlesztőhegesztések

még nem ismert ilyen ...

VII. Villamos áramos

ömlesztőhegesztések

Salakhegesztés (72)

VIII. Egyéb ömlesztőhegesztések

Hibrid hegesztések

A sajtolóhegesztési eljárások rendszerezése

Sajtolóhegesztés minden olyan eljárás, amelyben kellő nagyságú külső erő okozta képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést az összehegesztendő felületeken, általában

I. Szilárd testes sajtolóheg. hegesztőanyag hozzáadása nélkül.

Hevítőelemes hegesztés
Hevítőcsúcsos hegesztés
Hevítőfúvókás hegesztés
Hevítőfúvókás, szegfejes hegesztés

II. Folyadékös sajtolóheg.

Öntéses sajtolóhegesztés

III. Gázös sajtolóheg.

Sajtoló lánghegesztés (47)

IV. Villamos kisüléses sajtolóheg.

Mágnesesen mozgatott ívű sajtolóheg. (185) [forgóives sajtolóheg]

Ívkisüléses sajtolóhegesztés [ütőhegesztés, (77)]

Ívhúzásos csaphegesztés (783)

Kondenzátorkisütéses, ívhúzásos csaphegesztés (785)

Kondenzátorkisütéses, gyújtócsúcsos csaphegesztés (786)

V. Sugárzásos sajtolóheg.

(még nem ismeretes ilyen eljárás)

VI. Mozgó tömeges sajtolóhegesztés

Ultrahangos heg. (41)

Dörzshegesztés (42)

Kavaró dörzsheg. (43)

Robbantásos heg. (441)

Mágneses impulzusos hegesztés (442)

Hidegsajtoló heg. (48)

Hidegzömítő hegesztés

Hátrafolyatásos heg.

Ütközéses hegesztés

VII. Villamos ellenállás-hegesztés (2)

Ellenállás-ponthegesztés (21)

Ellenállás-vonalhegesztés (22)

Ellenállás-dudorhegesztés (23)

Leolvasztó tompahegesztés (24)

Ellenállás-tompahegesztés (25)

Ellenállás-csaphegesztés (26)

Nagyfrekvenciás ellenállás-heg. (27)

Indukciós hegesztés (74)

VIII. Egyéb energiafajtájú sajtolóheg.

Diffúziós hegesztés (45)

Melegsajtoló hegesztés (49)

Plattírozó hengerléses hegesztés

Alkalmazási jellemzők és példák → 12x

Jel	Az MSZ EN ISO 4063:2023 szerinti eljárások
12	Fedett ívű hegesztés
121	Tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés
122	Szalagelektrodás fedett ívű hegesztés
124	Fémpor adagolású fedett ívű hegesztés
125	Porbeles huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés
126	Porbeles szalagelektrodás fedett ívű hegesztés

A fedett ívű hegesztés hegesztőanyagai:

fedőpor, tömör huzalelektroda, porbeles huzalelektroda, tömör szalagelektroda, porbeles szalagelektroda, fémpor, tömör huzal (hideg huzalként)

12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák



120 mm vastag
lemez varrata



KREMSMÜLLER
INDUSTRIEANLAGENBAU

GJ GRAEBENER

SUBMERGED ARC TANDEM WELDING

SECTION OF A LONGITUDINAL SEAM AT A THICK-WALLED PIPE

Material
High Strength Structural Steel Plate
S690QL, Plate thickness: 120 mm
Material grade no. 1 9828 acc. to EN 10025.6

Tensile strength: Rm	770-940 MPa
Yield point:	670 MPa
Elongation at fracture 5d:	14 %
Notched bar impact work at -40° testing temperature:	30 J

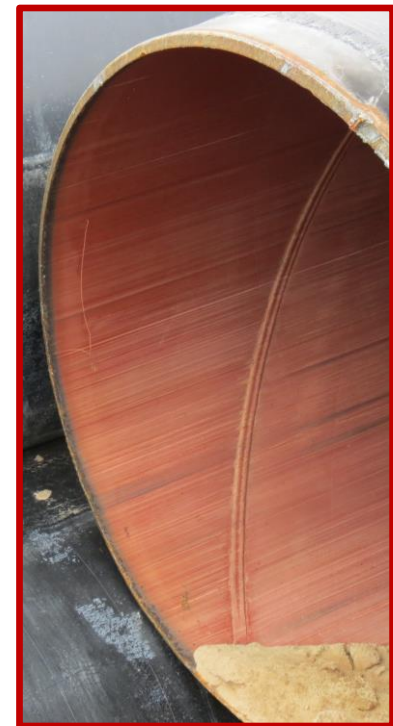
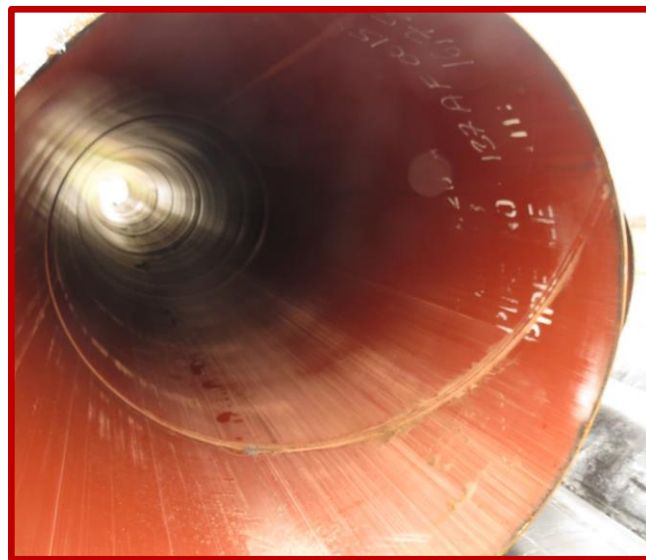
Weld seam preparation
U-seam milled at both sides
manufactured using a Graebener long seam milling machine GLF55

Welding process
SUBMERGED ARC TANDEM WELDING
Filler material: Manufacturer Oerlikon

Advantages

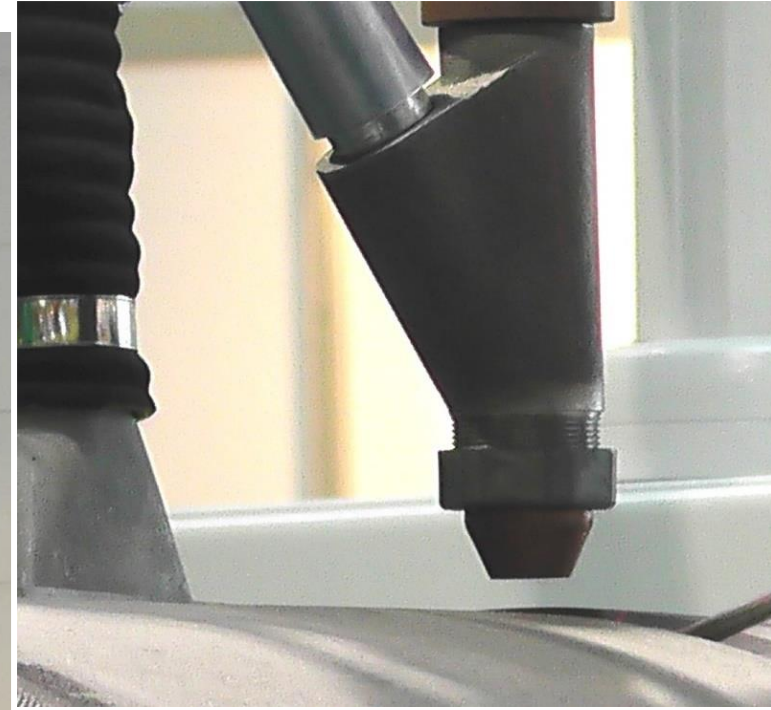
- low energy and weld metal consumption due to reduce welding volume
- automatic welding is possible due to reproducible seam preparation
- no reworking and grinding processes necessary
- hidden blemish thanks to consistent root removal
- reduced emission
- milling chips recyclable

12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák



Hosszvarratos csövek és spirálvarratos csövek

12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák



**Csövek toldására,
körvarratokhoz és
spirálvarratos
csövek gyártására
alkalmas, egyfejes
berendezés**

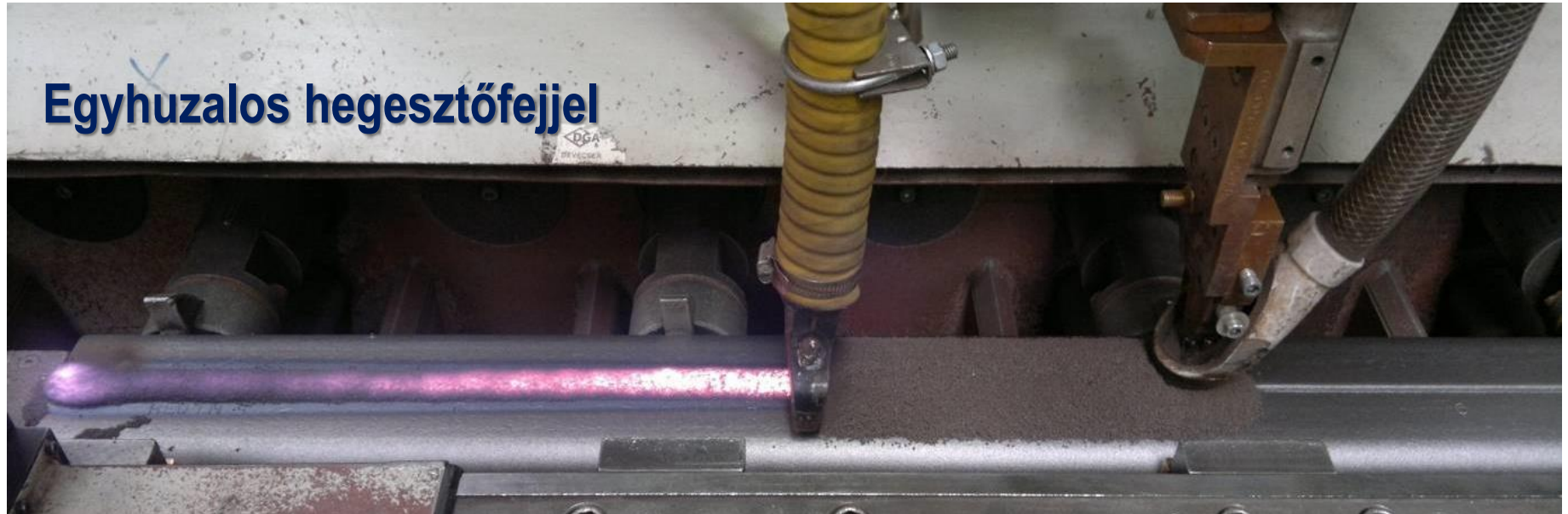
12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák

Csőtengelygyártás → BPW

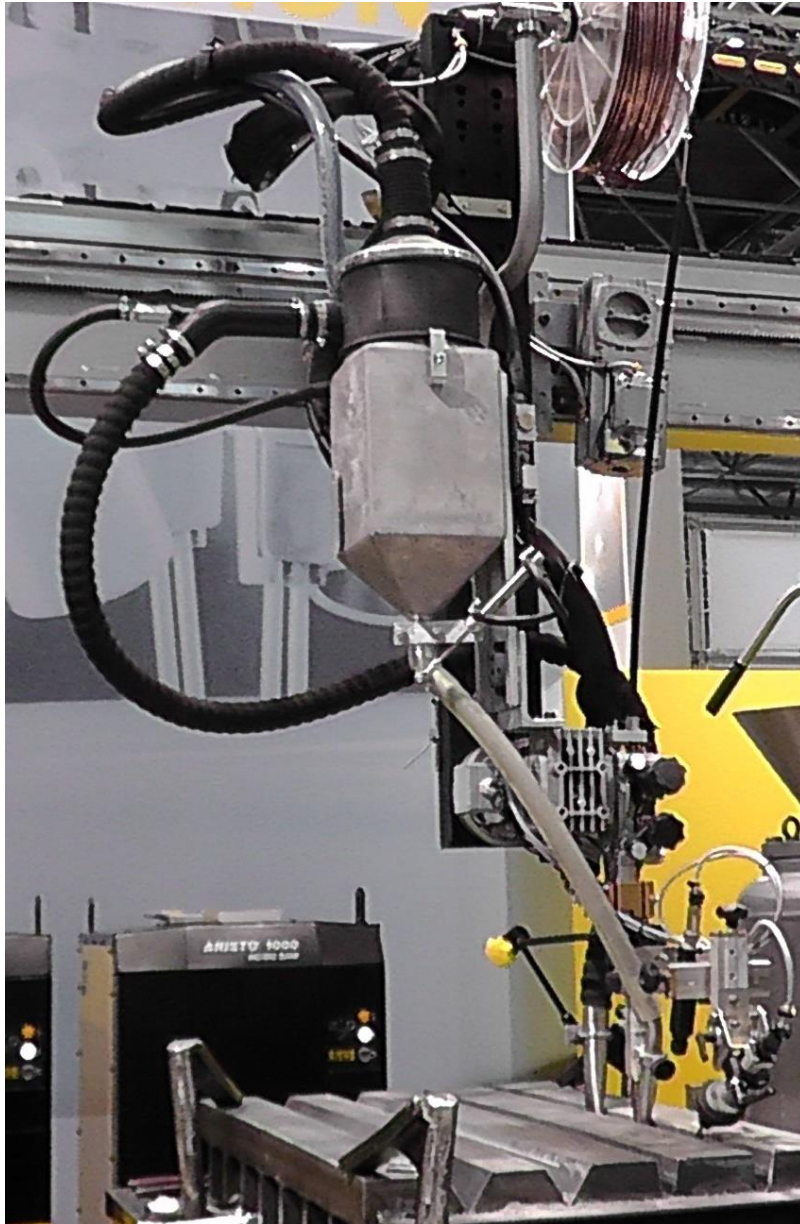
Tandem hegesztéssel



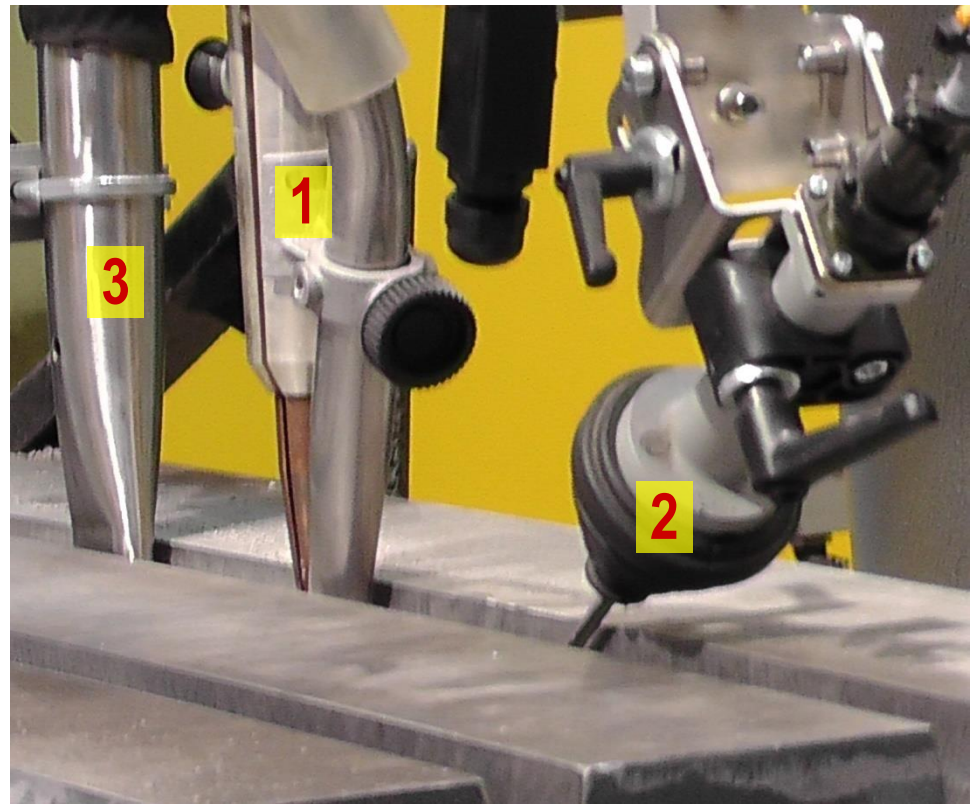
Egyhuzalos hegesztőfejjel



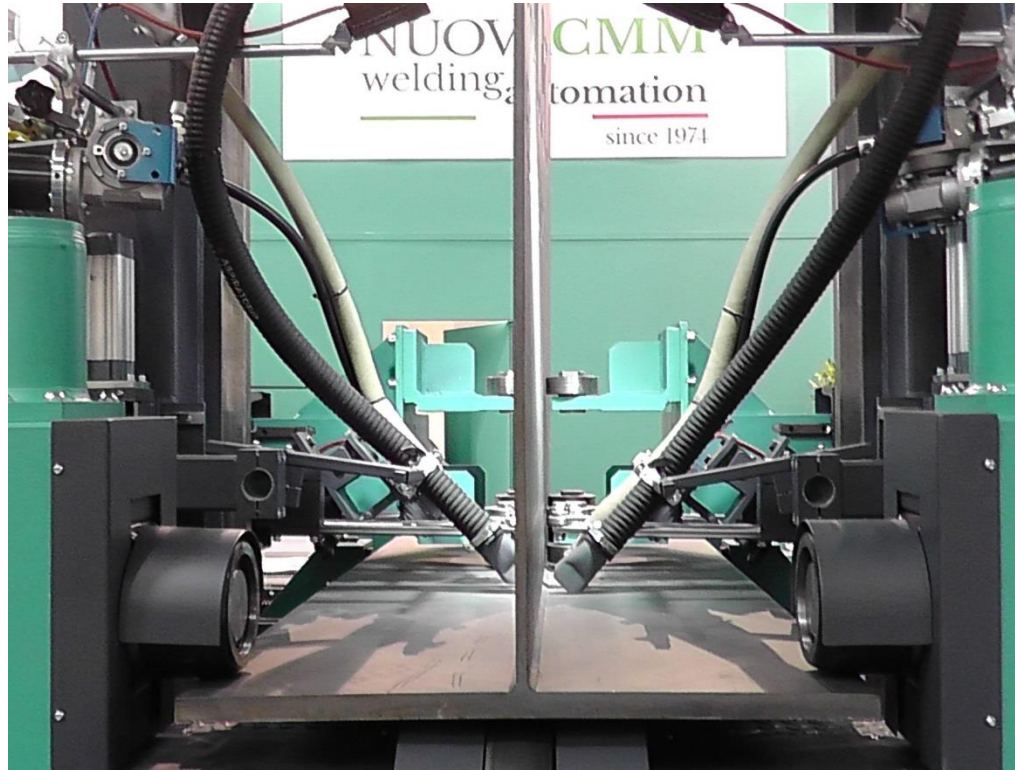
12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák



Keskenyréshegesztésre
kialakított hegesztőfej + poradagoló (1)
gömbfejes varratkövető tapintóval (2)
és keskeny porszívófejjel (3)

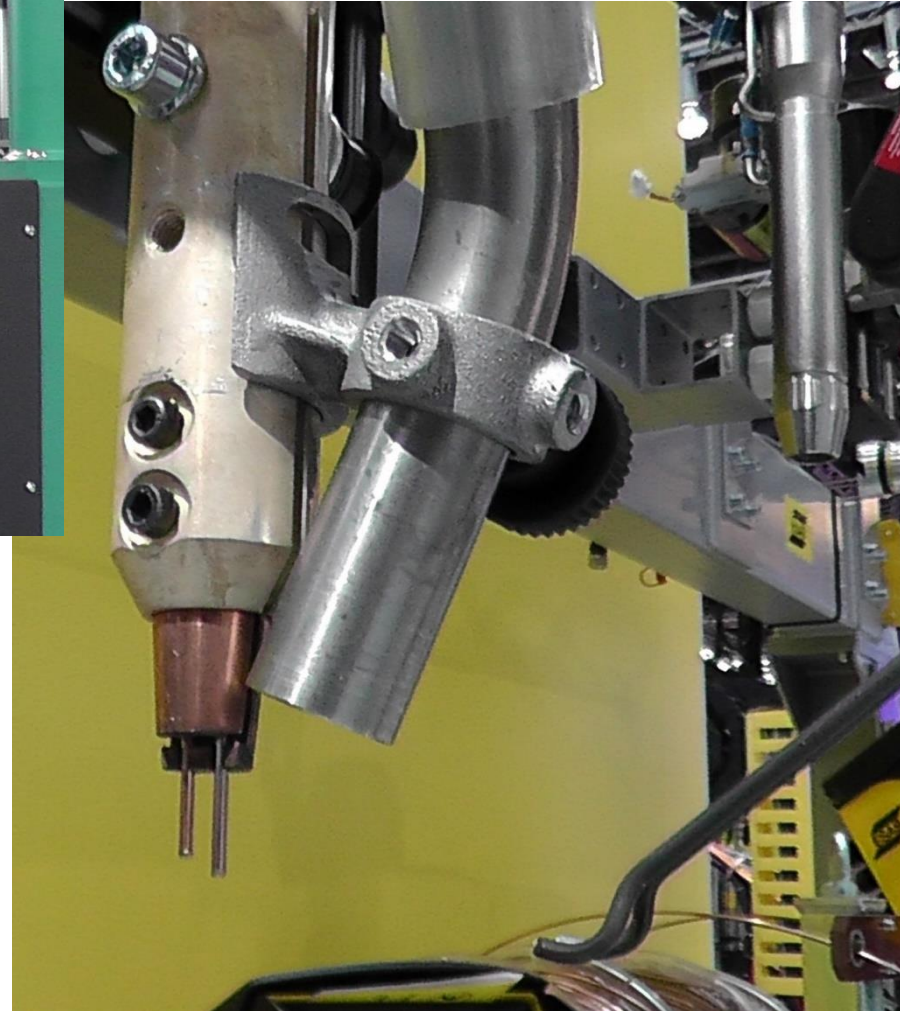


12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák

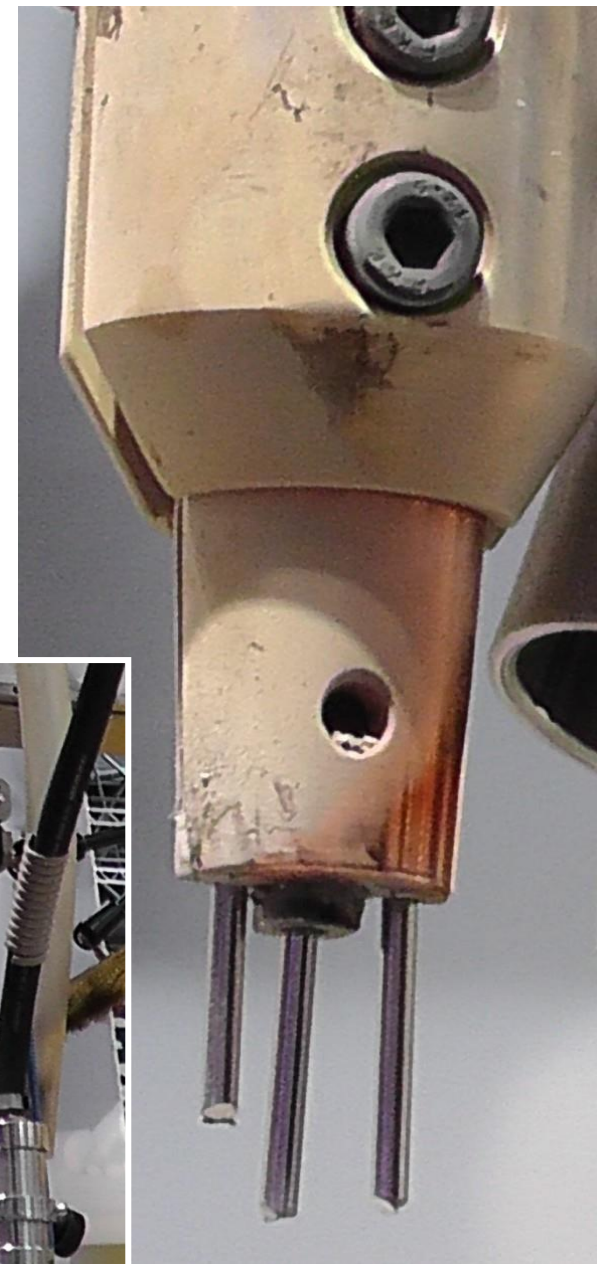
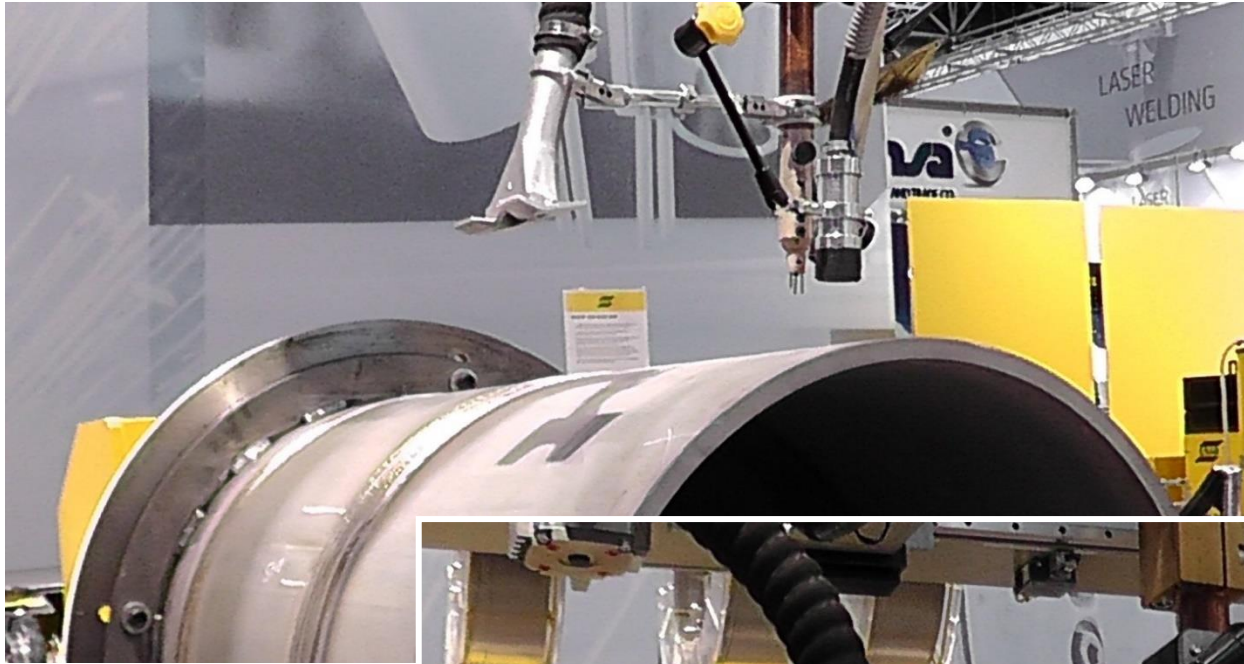


**Gerendagyártásra kialakított,
két hegesztőfejes munkaállomás**

**Ikerhuzalos
hegesztőfej**

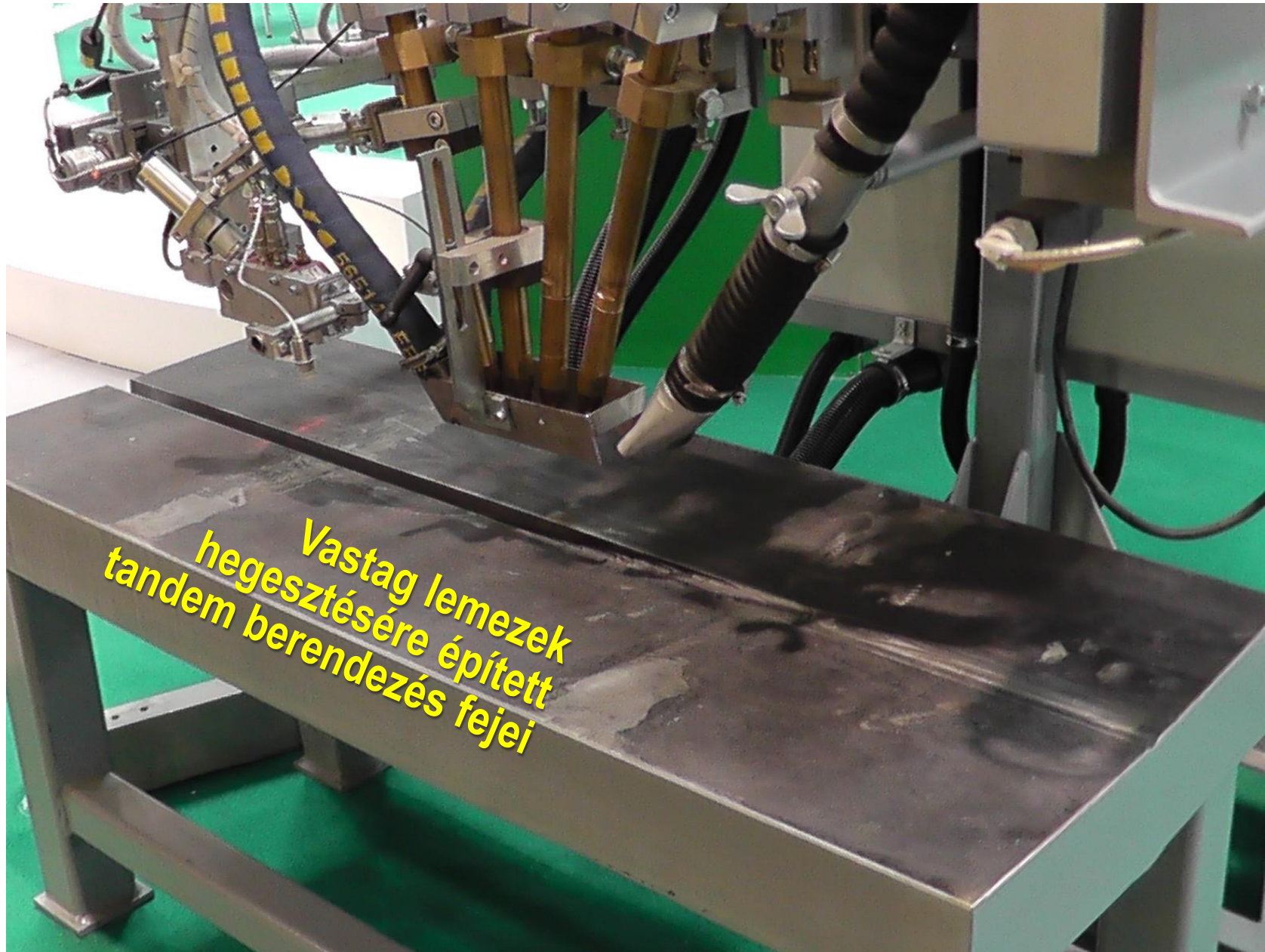


Alkalmazási jellemzők és példák



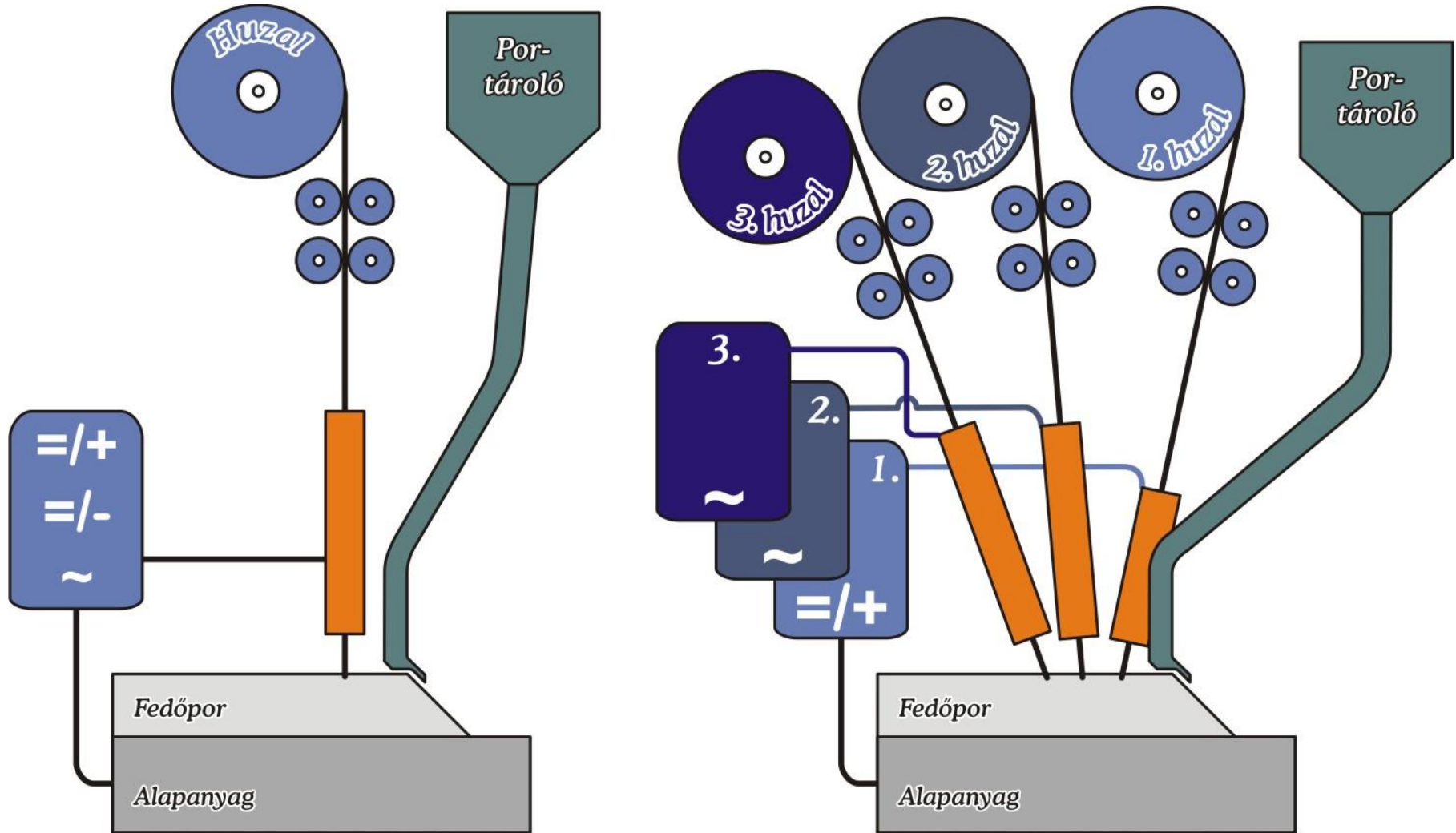
Ikerhuzalos hegesztőfej, a két huzal között vezetett hideghuzal-hozzávezetéssel

12-es eljáráscsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák

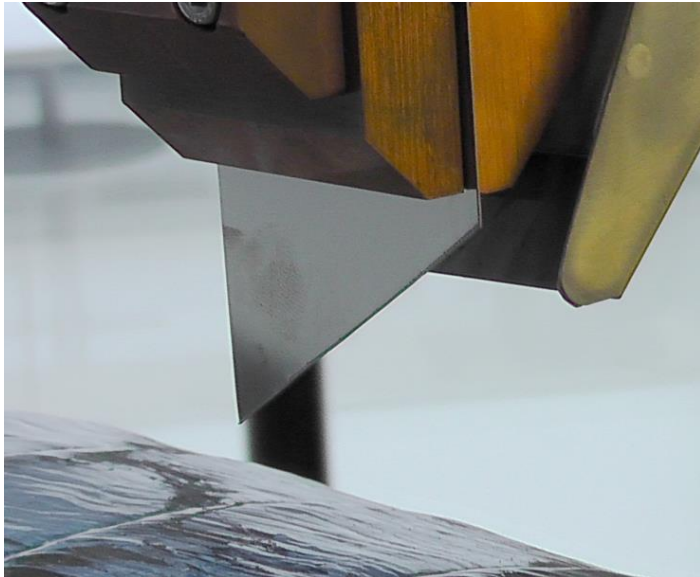
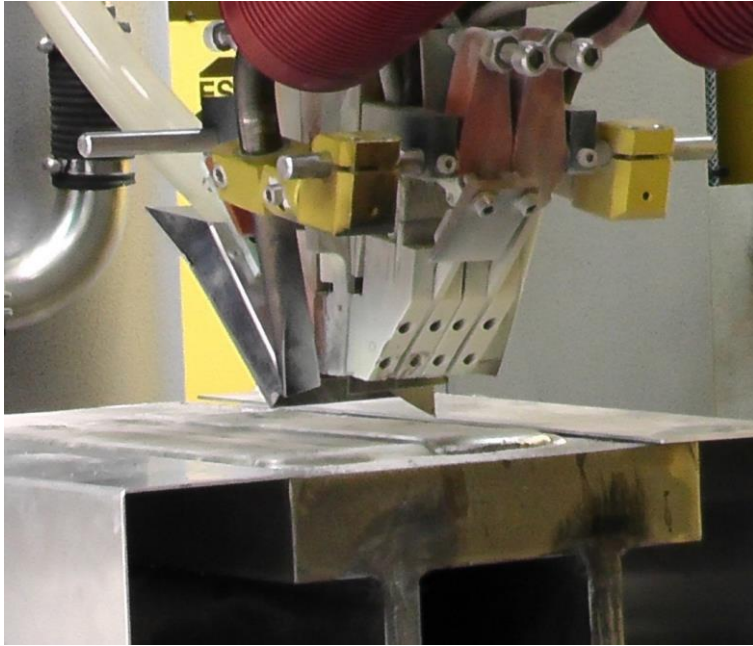


12-es eljárascsoport – Fedett ívű hegesztés – Alkalmazási példák

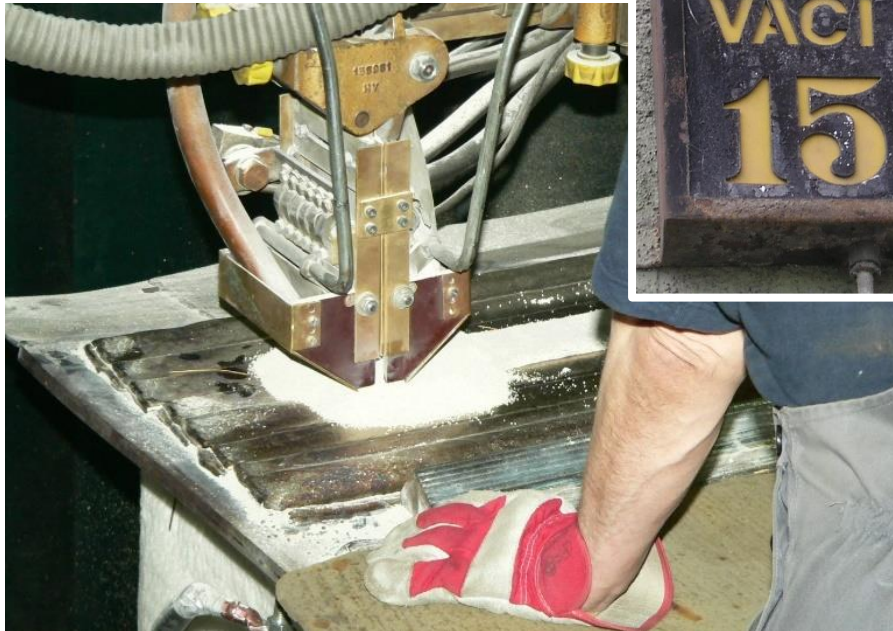
Egyhuzalozás, ikerhuzalozás és tandem (többfejes) hegesztés



Alkalmazások → szalagelektrodás felrakóhegesztés

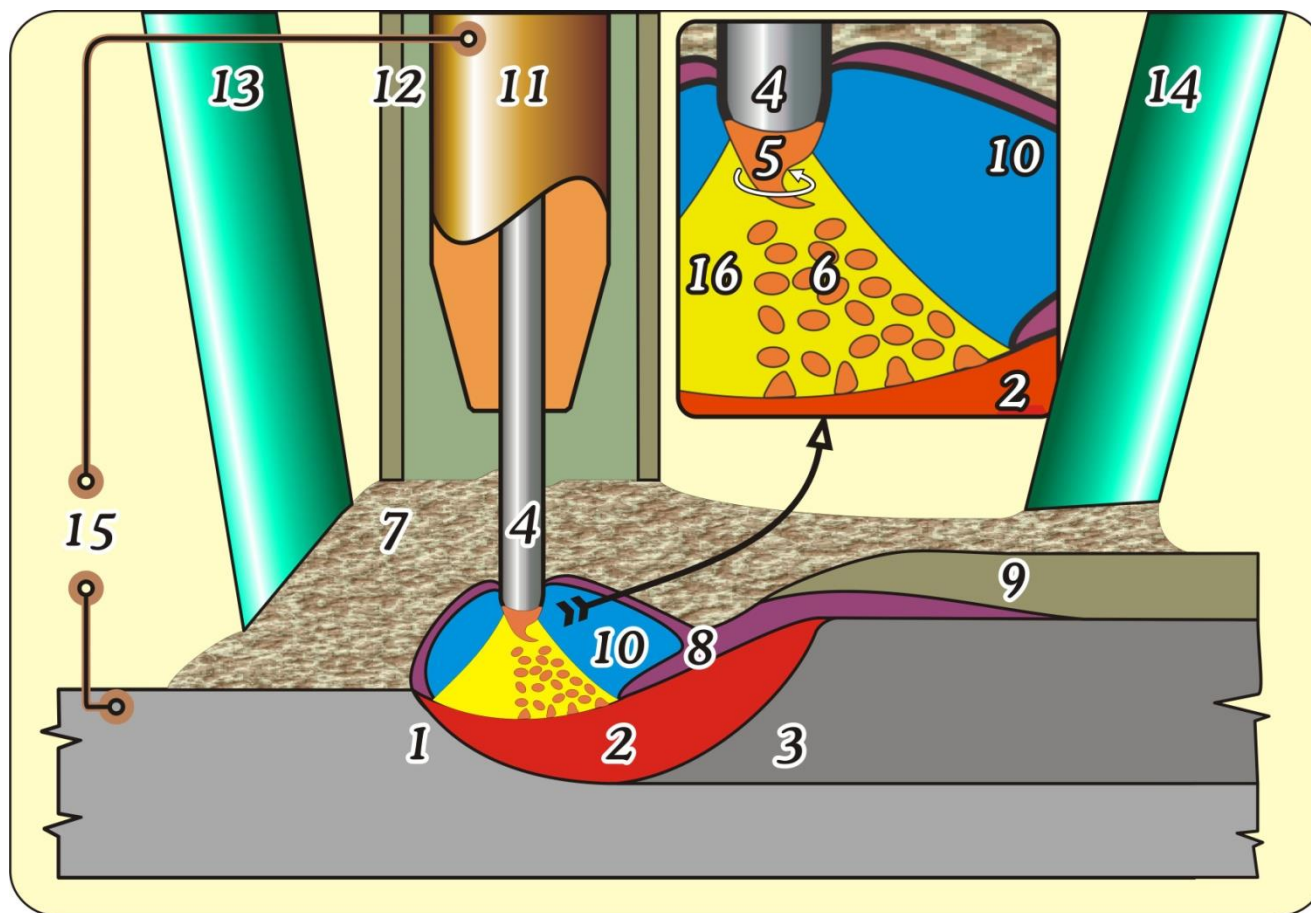


Alkalmazások → szalagelektrodás felrakóhegesztés



A 121-es eljárás alapelve és a fedett ív jellemzői

← A hegesztés iránya ←



- 1 – Alapanyag
- 2 – Hegfürdő
- 3 – Varratfém
- 4 – Huzalelektroda
- 5 – Megolvadt huzalvég
- 6 – A forgó huzalvégről leváló cseppek
- 7 – Fedőpor
- 8 – Salakolvadék
- 9 – Megdermedt salak
- 10 – Ívkaverna
- 11 – Áramátadó
- 12 – Hegesztőfej
- 13 – Poradagoló vezeték
- 14 – Porvisszaszívó vezeték
- 15 – Villamos táplálás, áram: =/+ , =/- , ~
- 16 – Hegesztőív

Az eljárás elve: **a hegesztőív** a fedőpor alatt, **az ívkavernában** ég, amelyet a fedőporból képződő gáz nyomása tart fenn. Az ívkaverna falát salakburok borítja; ebbe csapódnak be a keringő huzalvégről (tehát kering, nem forog!) leváló cseppek.

Az anyagátviteli módok fajtái, jellegzetességei (ez némileg eltér az ISO 4063-beli B-D-G-P-S típusoktól)

Az anyagátviteli módok rendszerezése [angolul: metal transfer modes]

1. Szabadon repülő cseppes anyagátvitel [angolul: free flight transfer]
2. Áthidalásos v. rövidzárlatos anyagátvitel [angolul: bridging transfer]
3. Salakburok alatti anyagátvitel [angolul: slag protected transfer]

1.1. Cseppes anyagátvitel [globular]

1.1.1. Nagycseppes [drop]

1.1.2. Kitérített nagycseppes [repelled]

1.2. Permetes [Spray]

1.2.1. Finomcseppes [projected]

1.2.2. Átfolyó [streaming]

1.2.3. Keringve átfolyó [rotating]

1.3. Lerobbanásos [explosive]

2.1. Rövidzárlatos [short circuiting]

2.2. Folyamatos leolvadás [bridging without interruption]

3.1. Fedőporfal vezette [flux wall guided]

3.2. Egyéb [other modes]

Eljáráskód

13 (kis áramú)

135 (CO₂)

13

13

13

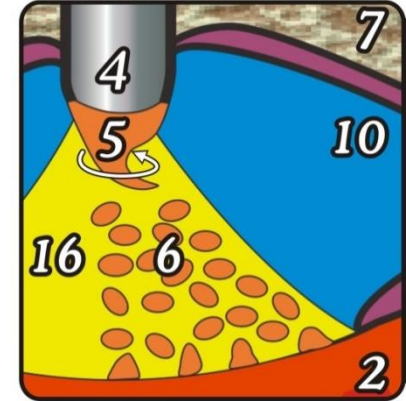
111

135, 111

Hideg huzal

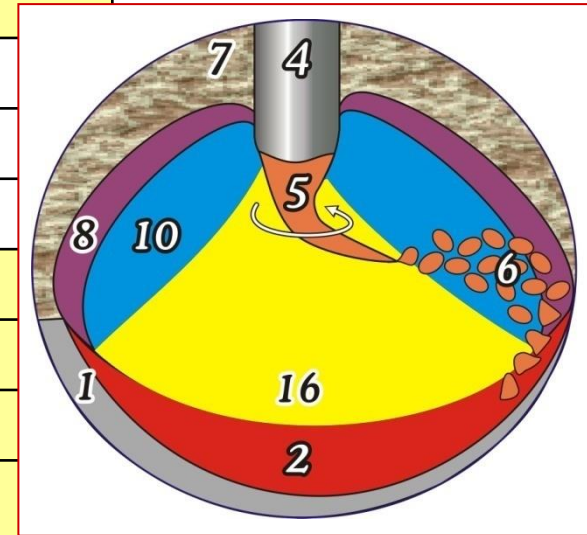
12

111, 114, 132, 133, 73



Oldalnézet

Előlnézet



A hegesztőanyagok

**A fedett ívű hegesztés hegesztőanyagai: fedőpor + hozaganyag:
tömör / porbeles huzalelektróda és szalagelektróda,
tömör huzal, fémpor**

A hozaganyagok (ami a varratfémbe beépül) és betűjelük

Nem ← E → bevont elektróda

Igen ← S → tömör huzal, tömör pálca

Igen ← T → porbeles huzal, porbeles pálca

Nem ← R → öntött pálca

Igen ← B → tömör szalag

Igen ← C → szinterelt pálca, porbeles szalag, szinterelt szalag

Igen ← P → fémpor

A fedett ívű hegesztés hegesztőanyagai

A hegesztőhuzalok jelölése MSZ EN ISO 14171:2016 „Hegesztőanyagok. Tömör huzalelektrodák, porbeles elektrodák és elektróda/fedőpor kombinációk ötvözetlen és finomszemcsés acélok fedett ívű hegesztéséhez. Osztályba sorolás (ISO 14171:2016)”

A hegesztési eljárásra utaló jelölésük: S, T (SU, TU a „B” osztálynál; U az USA-ra utal)

Osztályozás a mechanikai tulajdonságok alapján

Az ötvözetlen és a finomszemcsés acélok fedett ívű hegesztésére szolgáló hegesztőanyagokat a huzal + fedőpor kombinációkkal hegesztett varratok mechanikai tulajdonságaira nézve kétféle rendszerben osztályozzák:

„A” osztály: a folyáshatás **ÉS** a 47 J-os ütőmunka-követelmény alapján.

„B” osztály: a szakítószilárdság és a 27 J-os ütőmunka-követelmény alapján.

Osztályozás a többsoros hegesztésre való alkalmasság szerint

Ebből a szempontból „többsoros”, illetve „kétsoros” hegesztésre alkalmas hegesztőanyagokat különböztetünk meg.

Osztályozás a huzal kémiai összetétele szerint

Külön osztályozzák a tömör huzalokat és a porbeles huzalokat.

A hegesztőhuzalok jelölése

Jelölési példák:

Többsoros varratra: ISO 14171–A–S 46 3 AB S2

ISO 14171-A = a szabvány jele és a besorolás módjának jele: A = $R_{p0,2}$ és 47 J;

S = fedett ívű hegesztéshez való huzalelektroda/fedőpor kombináció;

46 = a varratfém szilárdsági jellemzőjének jele; $R_{p0,2} > 460 \text{ MPa}$

3 = az ütőmunka jellemzőjének jele; $KV > 47 \text{ J}$, -30 °C-on

AB = a fedőpor összetevőinek jelölése;

S2 = a huzalelektroda összetételének jele

Kétsoros varrat, tömör huzal: ISO 14171–A–S 4T 2 AB S2Mo

→ 4T = szilárdság (420 MPa # 520 MPa, ha „two-run technique”

Többsoros varrat, porbeles huzal: ISO 14171–A–S 42 2 AB T3Mo

→ 42 = szilárdság

7. A fedőporok jelölése

„Hegesztőanyagok. Fedőporok fedett ívű hegesztéshez és villamos salakhegesztéshez. Osztályba sorolás (ISO 14174:2019)” alapján

A fedőporok típusai, jellemző összetevőik és jelölésük
A CO₂ gáz a fedőporban lévő karbonátok bomlásából keletkezik!

Gyártási mód szerint, jelölés:

Olvasztott + őrlött → F

Őrlött + ragasztott → A
 (darabosított, másként: aglomerált)

Kevert → M

Jel	Megnevezés	Fő összetevők
AAS	Savas, alumíniumos-szilikátos	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , CaF ₂ , MgO
AB	Aluminátos, bázikus	Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, CaF ₂
AF	Aluminátos-fluoridos, bázikus	Al ₂ O ₃ , CaF ₂
AR	Aluminátos-rutilos	Al ₂ O ₃ , TiO ₂
AS	Aluminátos-szilikátos	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , ZrO ₂ , CaF ₂ , MgO
BA	Bázikus, aluminátos	Al ₂ O ₃ , CaF ₂ , SiO ₂ , CaO
CB	Ca-Mg-os, bázikus	CaO, MgO, CO ₂ , Fe
CB-I	Ca-Mg-os, bázikus, vasporral	CaO, MgO, CO ₂ , Fe
CG	Kalciumos-magnéziumos	CaO, MgO, CO ₂ , Fe
CG-I	Ca-Mg-os vasporral	CaO, MgO, CO ₂ , Fe
CS	Kalciumos-szilikátos	CaO, MgO, SiO ₂
FB	Fluoridos, bázikus	CaO, MgO, CaF ₂ , MnO, SiO ₂
GS	Magnéziumos-szilikátos	MgO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO, CaF ₂
MS	Mangános-szilikátos	MnO, SiO ₂ , CaO
RS	Rutilos-szilikátos	TiO ₂ , SiO ₂
ZS	Cirkóniumos-szilikátos	ZrO ₂ , SiO ₂ , MnO
Z	Egyéb	

7. A fedőporok csoportosítása

- **Gyártási mód szerint** → A, F, M

- **Fedőporosztályok a felhasználás szerint:**

1. osztály Ötvözetlen és gyengén ötvözött acélokhoz
2. (és 2B). osztály Rozsdamentes acélokhoz, Ni-ötvözetekhez; 2B = szalagel.
3. osztály Felrakóhegesztési célra (kemény rétegek)
4. osztály Egyéb; pl. Cu-ötvözetek

- **Az alkalmazható áramnem szerint:**

- DC Egyenáramú hegesztéshez
AC Váltakozó áramú hegesztéshez

- **Az áramterhelhetőség szerint:**

Sima, egyenletes varrat készítésének maximális áramerőssége 4 mm átmérőjű huzalra, 550 mm/min hegesztési sebességgel, 30 mm huzalkinyúlással, DC+ áramnemmél és polaritással, legalább 20 mm vastag lemezen hegesztve.

- **A varratfém diffúzióképes hidrogéntartalma szerint:**

H2 (≤ 2 mL / 100 g varratfém), H4, H5, H10

- **A kialakult ömledék fémtani jelleg szerint:**

Ötvözőkiégés A fedőpor hatására 0,1%-nál több ötvöző kiég

Változatlan Az ötvözőtartalom változása $\leq 0,1\%$

Beötvöződés A fedőpor hatására 0,1%-nál több ötvöző beötvöződik

7. A fedőporok csoportosítása

A varratfém szemcsemérete szerint:

A varratfém várható legkisebb és legnagyobb szemcseméretét adják meg.

Példák:

ISO 14174 – S F CS 1 67 AC H10

ISO 14174 = a szabvány jele;

S = fedett ívű hegesztéshez való fedőpor; **a villamos salakhegesztési por jele: ES**

F = a fedőpor gyártási módja; **lehet tehát: A, F, M.**

CS = az összetevők jelölése; **korábban részletezve ...**

1 = a fedőporosztály; **lehet 1, 2, 2B, 3, 4.**

67 = a fémtani jelleg; 1-től 9-ig; az 1. szám a Si-ra, a 2. a Mn-ra; 4-ig kiégető

AC = áramnem; **lehet AC, DC**

H10 = hidrogéntartalom; **lehet: H2, H4, H5, H10**

ISO 14174 – S A AF 2 56 44 DC → 44 = fémtani jelleg Cr-ra és Nb-ra

ISO 14174 – S A ZS 3 C3 Cr20 DC → C3 Cr20 = 3% C-beötvozés és 20% Cr-beötvozés

A fedőporok bázikussága

Bázikusság (bázicitás) szerint → Bázikus $B > 1$
Savas $B < 1$
Semleges $B = 1$

A szakirodalomban sokféle bázikussági mutatószámot alkalmaznak; közülük leginkább a **Boniszewski-féle** terjedt el.

$$B = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{LiO}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaF}_2 + 0,5(\text{FeO} + \text{MnO})}{\text{SiO}_2 + 0,5(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)}$$

Az ömledék felszínét a fedőpor megolvadásával képződő olvadt salak borítja.

A **savas salakban** az anionok (negatív töltésű ionok), a **bázikus salakokban** a kationok (pozitív töltésű ionok) lesznek többségben. A „savasság” / „bázikusság” kifejezője a pH. A kationokat és anionokat tartalmazó oldatok – attól függően, hogy az anionok száma vagy a kationok száma van túlsúlyban – savanyúak (savasak) vagy bázikusak (lúgosak). Nagyobb aniontartalom esetén savasságról, ~ kationtartalom esetén bázikusságról (lúgosságról) beszélünk. Ha az anionok és kationok száma megegyezik, akkor semleges kémhatásról beszélünk. A kémhatást a pH-val jelöljük, alapesetben 1-től 14-es értékig.

A fedőpor és a salak

A **savas fedőporokat (salakokat)** kiváló hegesztési tulajdonságaik, jó nedvesítőképességük és a felületi szennyeződéssel szembeni igénytelenségük (pórusképződésre való érzéketlenségük) révén az egyrétegű hegesztésekhez lehet előnyösen alkalmazni, ha nincsenek komoly szilárdsági és szívóssági követelmények.

A **semleges fedőporok** a savas és a bázikus fedőporok tulajdonságainak körülbelüli átlagával (közepes szilárdság és szívósság) rendelkeznek. AC-re és DC-re egyaránt alkalmasak. Alkalmasak továbbá többrétegű hegesztésre, rozsdára nem érzékenyek.

A **bázikus fedőporok (salakok)** jobb szívóssági tulajdonságokat eredményeznek, ami a kisebb oxigén-, kén-, és foszfortartalom következménye. Ezek az előnyök főleg a többrétegű hegesztéseknél szembetűnők, amik ellensúlyozzák a kissé kedvezőtlenebb hegesztési tulajdonságokat.

A fedőpor és a salak

Jellegzetes bázikus fedőporok:

Kalcium-szilikátos típus:

$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SiO}_2 > 60\%$, kis SiO_2 -tartalommal.

Közepes szilárdság mellett kis oxigéntartalom, emiatt kiváló szívósság jellemzi. Nagy sebességű hegesztésre alkalmatlan, a rozsdás felületre érzékeny.

Aluminát-bázikus típus:

$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} > 45\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 > 20\%$ tartalommal.

=/+ polaritással hegeszthető, kiváló szilárdság és szívósság jellemzi. Alkalmas többretegű hegesztésre. Rozsdaérzékeny, salakja nehezen válik le.

A salak újrahasznosítása, bekeverése a fedőporba

Huzal-fedőpor kombinációk különféle feladatokra

Minden olyan hegesztési eljárásnál, ahol metallurgiai kétféle aktív hegesztőanyag gyakorol hatást a varrat összetételére, és ezen keresztül a varrat tulajdonságaira, a hegesztőanyagokat gondosan össze kell hangolni. Az összehangolás a hegesztendő alapanyaggal szemben támasztott követelmények alapján lehetséges, mivel a kötésre ható igénybevételek többnyire az alapanyag kiválasztásából következnek.

Az összehangolás szempontjai lehetnek:

1. szilárdsági követelmények,
2. átmeneti hőmérsékletre vonatkozó követelmények,
3. összetételi követelmények (korrózió, kopás stb. hatások ellen)

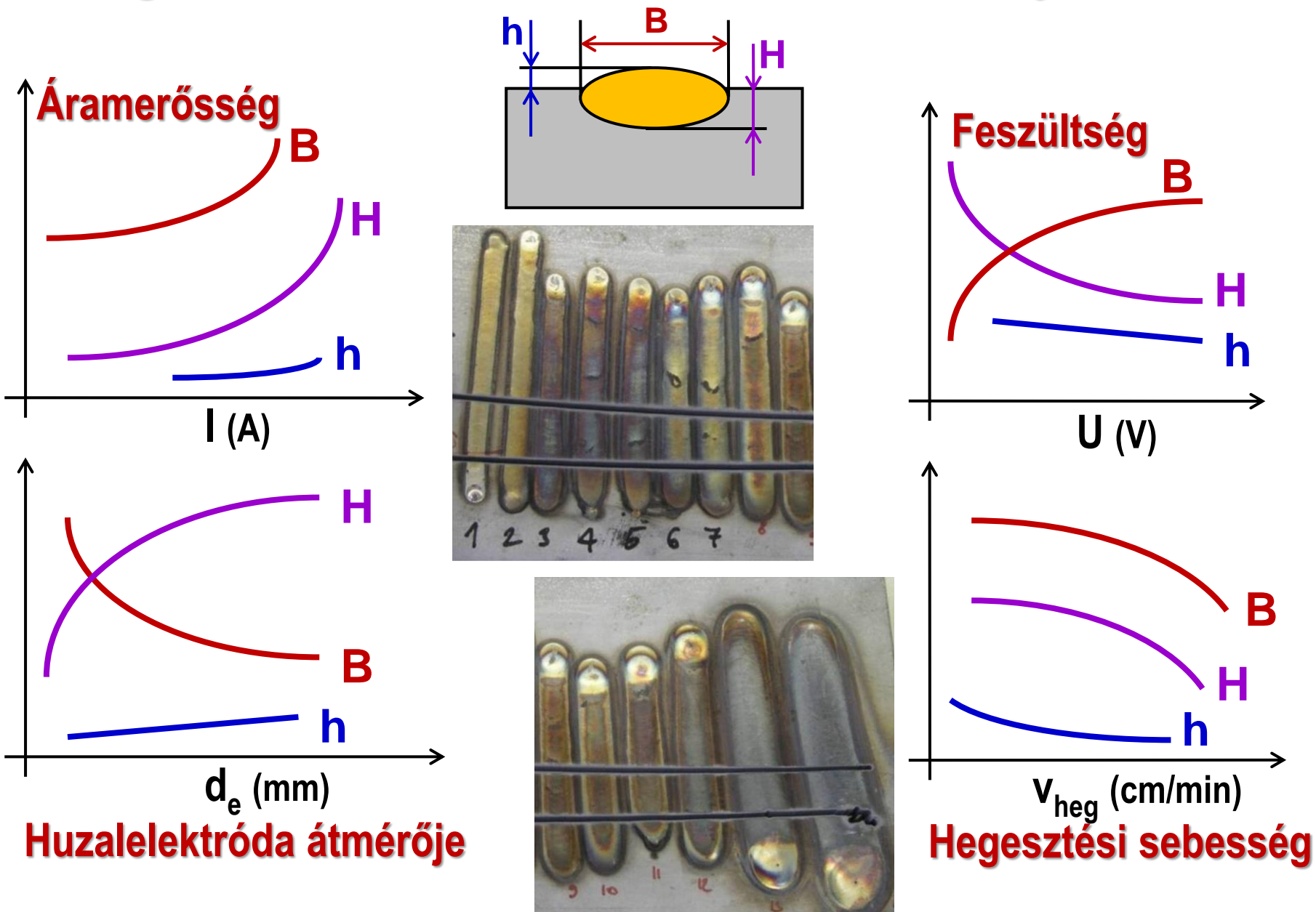
Az első esetben arra törekszünk, hogy a varrat folyáshatára és/vagy szakítószilárdsága egyezzen meg az alapanyagével. Ha a varrat szilárdsága nagyobb, akkor felülvívítés, ha kisebb, akkor az alulvívítés kifejezések használatosak. A szilárdsági megfeleltetés hegesztéssel le nem utánozható kohászati technológiák (pl. termomechanikus vagy hőkezelés) esetén ütközik nehézségbe, mert a varrat szilárdságát javarészt csak ötvözéssel és kisebb mértékben a hegesztési technológiával (pl. fajlagos hőbevitel nagysága) módosíthatjuk.

A második esetben ötvözéssel és a szemcseméret korlátozó, szabályozott hőbevitelű, többrétegű varratfelépítéssel lehet az adott célt elérni.

A korrózió-, kúszás-, hő- és kopásállósági tulajdonságok főként ötvözéssel érhetők el, bár a technológia szerepe ebben az esetben sem elhanyagolható.

A fedett ívű hegesztés esetében a huzal anyagát a fedőpor ötvözési lehetőségeit szem előtt tartva választjuk ki, mivel **az ötvözés a fedőporból mindig olcsóbb, mint tömör huzalból.**

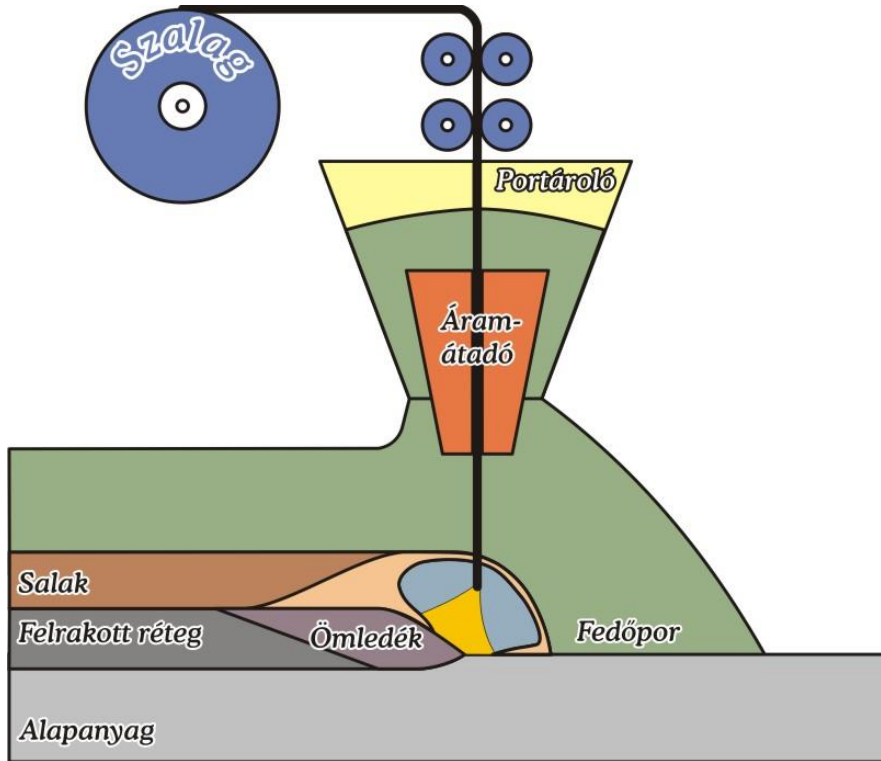
A hegesztési változók hatása a varrat alakjára → 12x



Fedett ívű hegesztés (12), villamos salakhegesztés (72)

Felrakóhegesztés

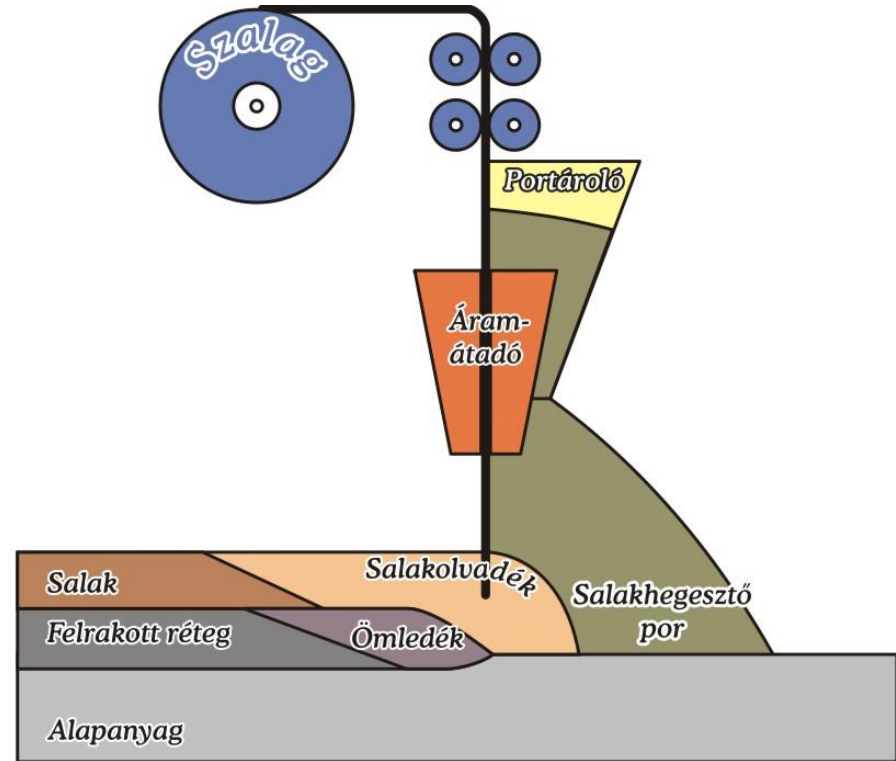
fedett ívű hegesztéssel (12),
szalagelektródával (122 és 126)



Kötőhegesztés → csak PA, PB, PC

Felrakóhegesztés

villamos salakhegesztéssel (72),
szalagelektródával



Kötőhegesztés → csak PF helyzet

72-es eljárás → szalagelektrodás felrakóhegesztés



Felrakóhegesztés
villamos salakhegesztéssel (72),
szalagelektrodával

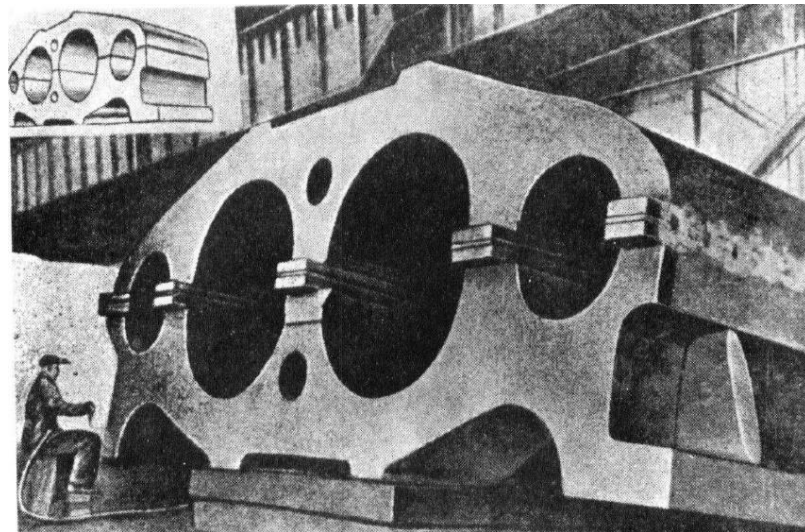
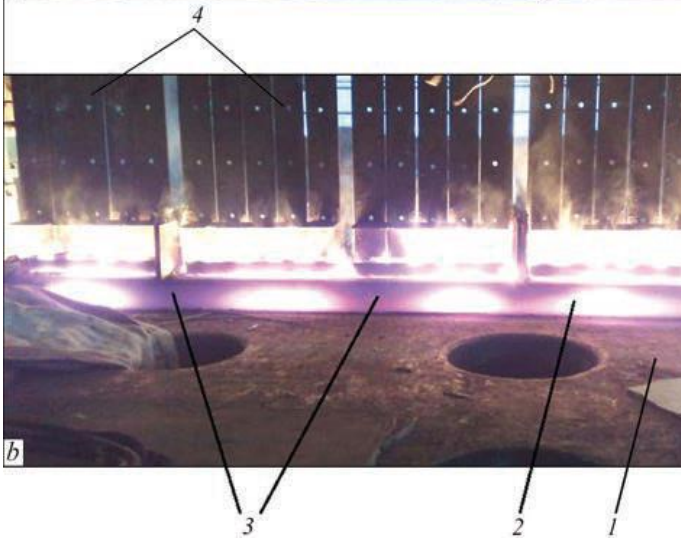


72-es eljárás → kötőhegesztés



A gyűrű mérete: D450×w500×s300

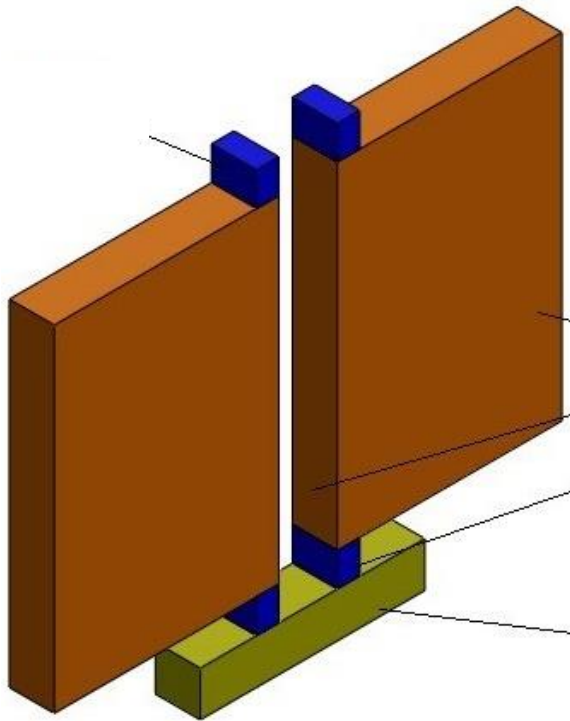
Dzyubyk A et al.: Optimization of conditions of electroslag welding of bandings of rotary units. Ukr J Mech Eng Mater Sci, 2 (2016:2) 43-51



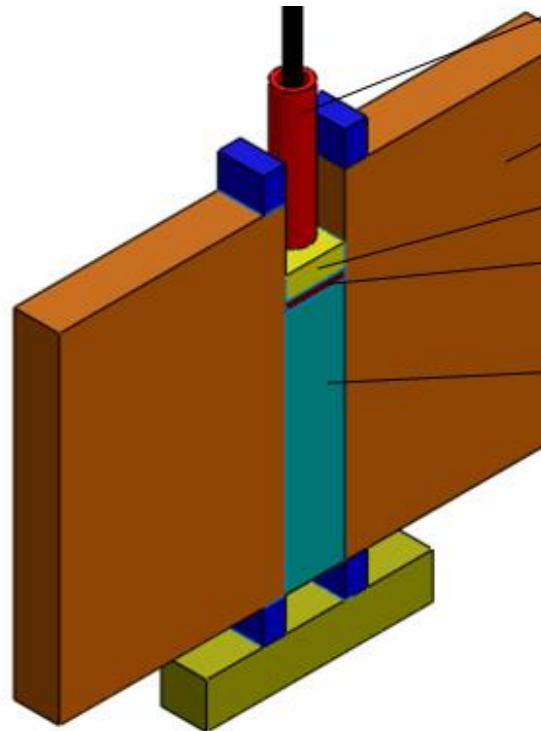
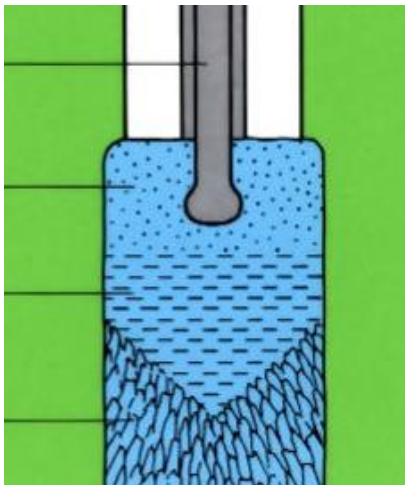
Hydraulic press housing, Paton V. E. 1962

ESW of middle part of the frame (a) and heating of runout straps in a few minutes before termination of welding process. (b): 1 = billet; 2, 3 = heating of back side of the edges at places corresponding to groups of nozzles and interphase gaps; 4 = consumable nozzles [Shapovalov K.P. et al. (2016) doi.org/10.15407/tpwj2016.08.07]

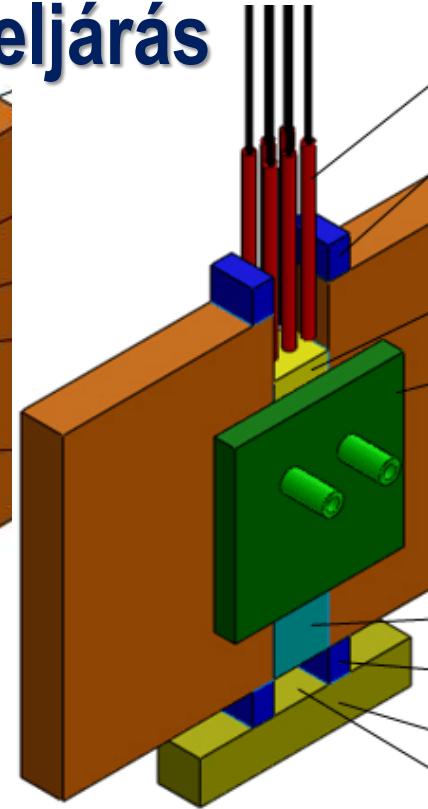
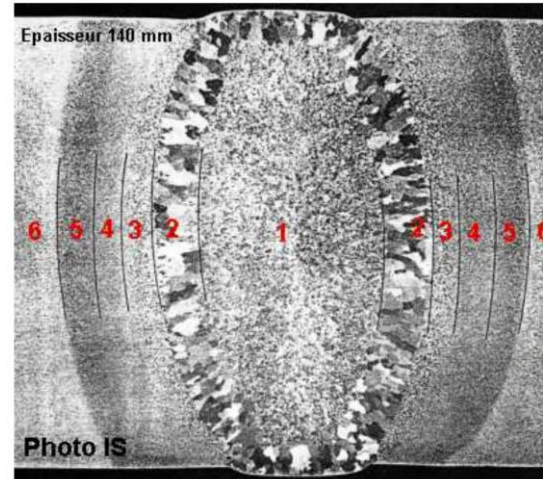
Alkalmazási jellemzők → 72-es eljárás



A varrat hosszmetsetze



A varrat keresztmetsetze



Alkalmazási jellemzők → 12x-es eljárások

Általános alkalmazási jellemzők

- Acélszerkezeti gyártás: épületvázak, tartók, hajók, hidak, daruk, tartályok, járművázszerkezet, csőgyártás
- Ötvözetlen acél, gyengén ötvözött acél, rozsdamentes acél, Ni-ötvözet
- Vastagság: 2 mm-től (!) a nagy vastagságú szerkezeti elemekig
- Hosszú, egyenes vagy kis íveltségű varratok
- Egyoldali és kétoldali I, V és U varrat, sarokvarrat (PA), álló sarokvarrat (PB)
- Hegesztési helyzet: PA, PB + PC, PF → utóbbi kettő egyedi megoldást kíván

A fedett ívű hegesztés alkalmazási előnyei

- Nagy leolvasztási teljesítmény, több huzal és szalag is
- Gyors hegesztés (1,0–2,5 m/min)
- Kedvező varratdudoralak, nagy varratszéli hajlásszög
- Nincs fröcskölési veszteség
- A hőforrás termikus hatásfoka ~ 100%
- A villamos ív nem nyílt → kevés gőz, füst és egészségi ártalom jön ki
- Jól automatizálható, a kezeléshez nem kell nagy jártasság
- A (vastagabb) huzal továbbítása stabil, a huzalvisszaégés nem jellemző
- Huzatra, szélre nem érzékeny

12x ← Alkalmazási jellemzők → 72

→ 12-es eljárások

Alkalmazása gazdaságos, ha:

- Hosszú, egyenes / kis íveltségű varrat (egyébként vezetőpálya szükséges)
- Varrathossz ≥ 2 m, vastagság ≥ 5 mm
- Körvarratok készítése forgatóval

A hozaganyagadagolás módja

- Egyhuzalos hegesztés
- Ikerhuzalos hegesztés
- Tandem hegesztés
- Ikerhuzalos tandem
- Fémporadagolásos hegesztés (ez önálló eljárás az ISO 4063-ban)
- Hideghuzal-adagolásos hegesztés (ikerhuzalos fejben, harmadik huzalként; ez is 124-es eljáráskód)
- → továbbiak ...

→ 72-es eljárás

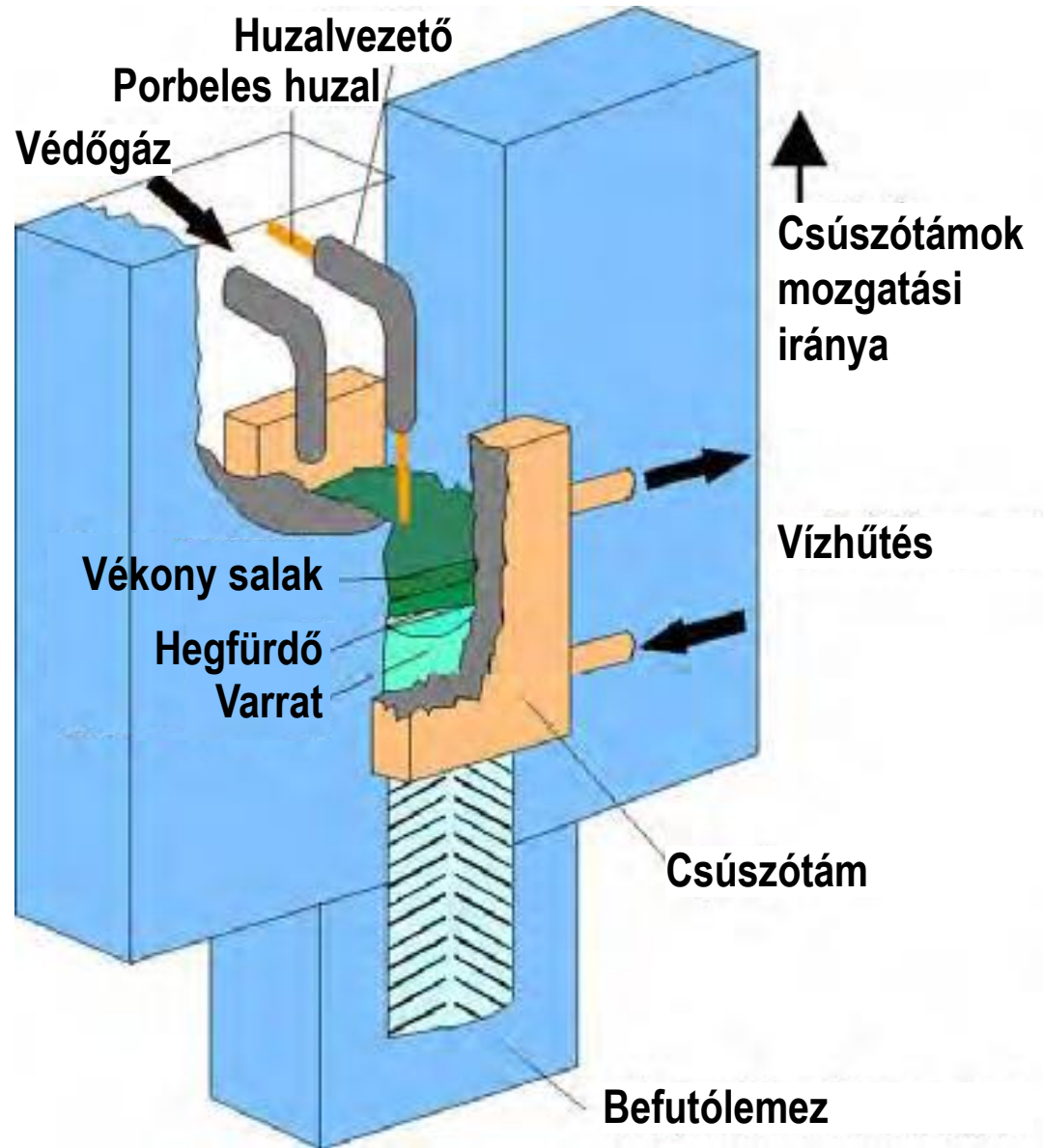
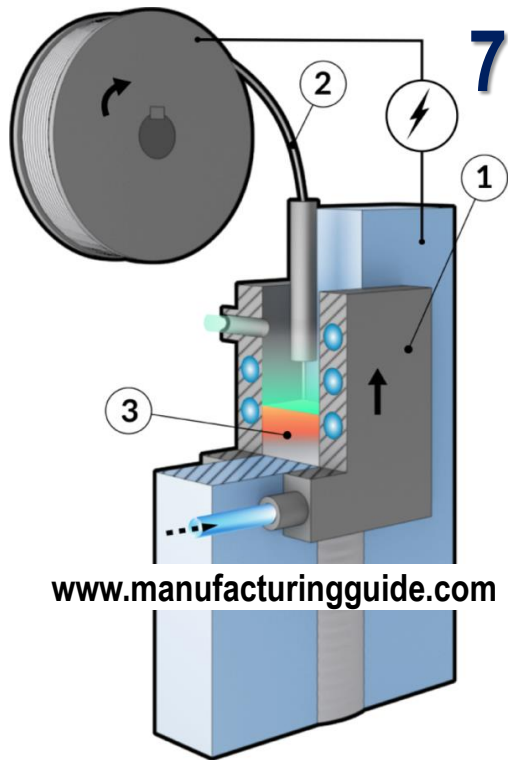
NEM ívhegesztés!

- Hézag: 20–30 mm, durva élek
- Egyetlen varratsor
- Vastagság: 30–300
- Kötés: PF, felrakás: PA
- Huzalvezető: leolvadó / nem leolv.
- Egyhuzalos / többhuzalos
- Huzal- / szalagelektroda / fémpor
- Tömör és porbeles
- Salakhegesztő por (csak kevés kell, de nagy ellenállású)
 $\text{SiO}_2\text{-MnO-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO}$
A Ca-fluorid mehet 80 %-ig !

Hegesztési változók → 72 (kötőhegesztéskor)

- Anyagvastagság (s) → **300 mm**
- Az élek közötti hézag értéke (b) → **20 mm**
- Salakfürdő-feszültség (U_s) → **48 V**
- Hegesztési áramerősség (I_H) → **600 A/n**
- Hegesztési sebesség (v_{huz}), → **0,6 m/h**
- Huzalelőtolási sebesség (v_{huz}), → **3×s m/h**
- A huzalelektróda keresztirányú elmozdulásának sebessége (v_{tr}) → **40 m/h**
- A huzalelektródák száma (n) → **$n = s / 30(100)$**
- Huzalátmérő (d_{huz}) → **Ø 2,0–4,0 mm**
- A huzalelektróda csúszkákban való leállításának időtartama (t_{stop}) → **5 s**
- Salakfürdő-mélység /-magasság (h_s), → **40 mm**

73-as eljárás → Elektrogázhegesztés



A kézi ívhegesztés; MSZ EN ISO 4063:2016 → 111

A kézi ívhegesztés munkahelyének kellékei

Egyenáramú hegesztés
Váltakozó áramú hegesztés
Áramnem és polaritás



A kézi ívhegesztés alapelve

2016 óta a **kézi ívhegesztés** elnevezés a pontos!

A villamos ív a **bevonat elektróda maghuzaljának** vége és a munkadarab között ég; ennek hője a munkadarabot és az elektródát megolvasztja.

Az elektróda maga a leolvadó hegesztőanyag.

Az elektróda megolvadt anyaga a hegfürdőbe cseppek formájában jut.

A bevonat megolvadása folytán salak képződik, amely a hegfürdő tetején úszik, majd megszilárdul.

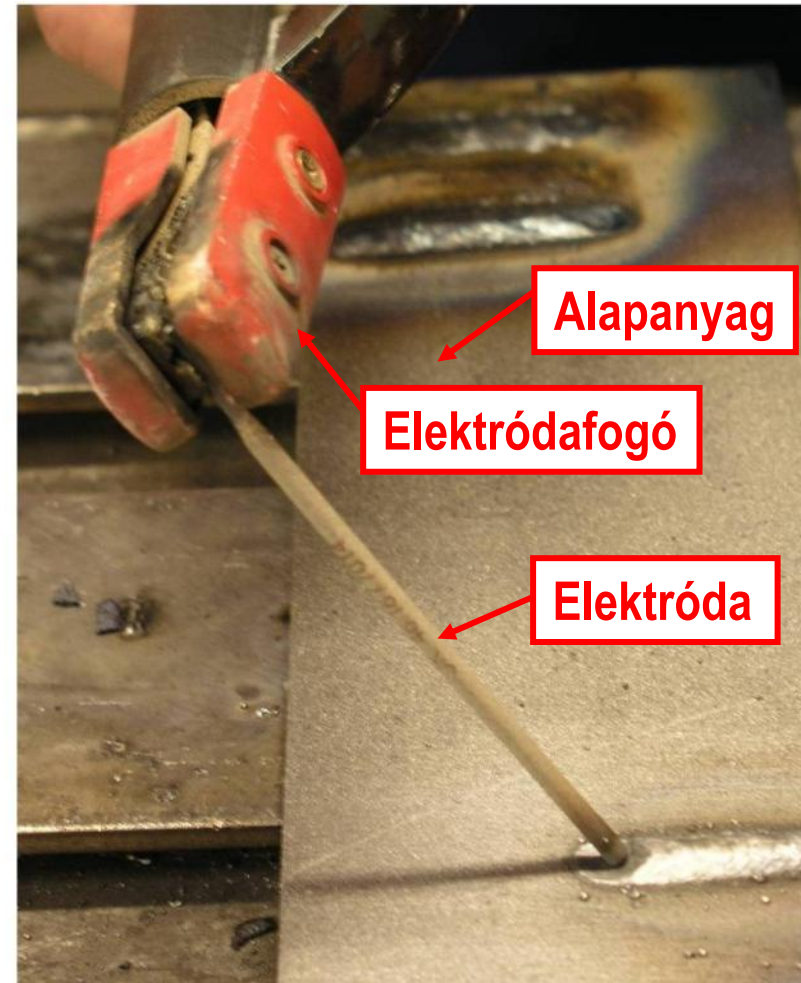
A villamos ívet a levegőtől a bevonatból képződő gázok, a hegfürdőt és a megszilárdult varratfémeket pedig a gázok és főleg a salak védi.

Rendeltetése: kötőhegesztés – felrakóhegesztés – javítóhegesztés



A kézi ívhegesztés munkaeszközei

A kézi ívhegesztés munkahelyének kellékei



A kézi ívhegesztés hegesztő munkaeszközei

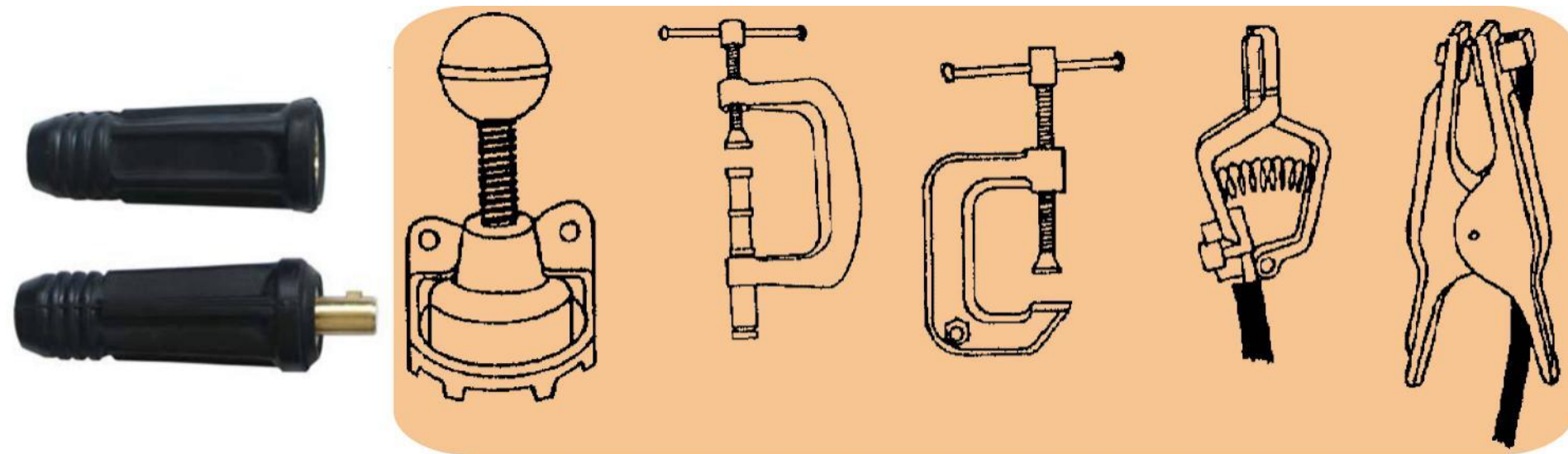
A hegesztési munkakábelek rézhuzalokból sodrott készülnek, szigorú szabványos előírások szerint szigeteltek.

Az áramvezető keresztmetszet: 30–90 mm². Az áramforráshoz rendszerint bajonettzáras csatlakozóval kapcsolódnak.

Az elektródát az elektródafogóba kell rögzíteni.

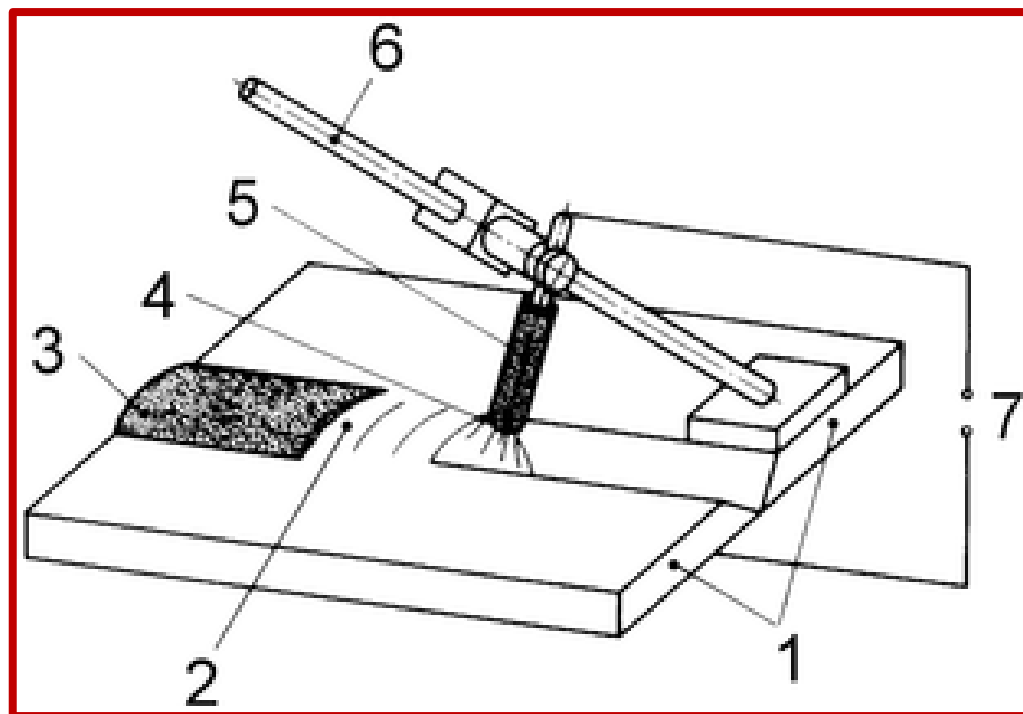
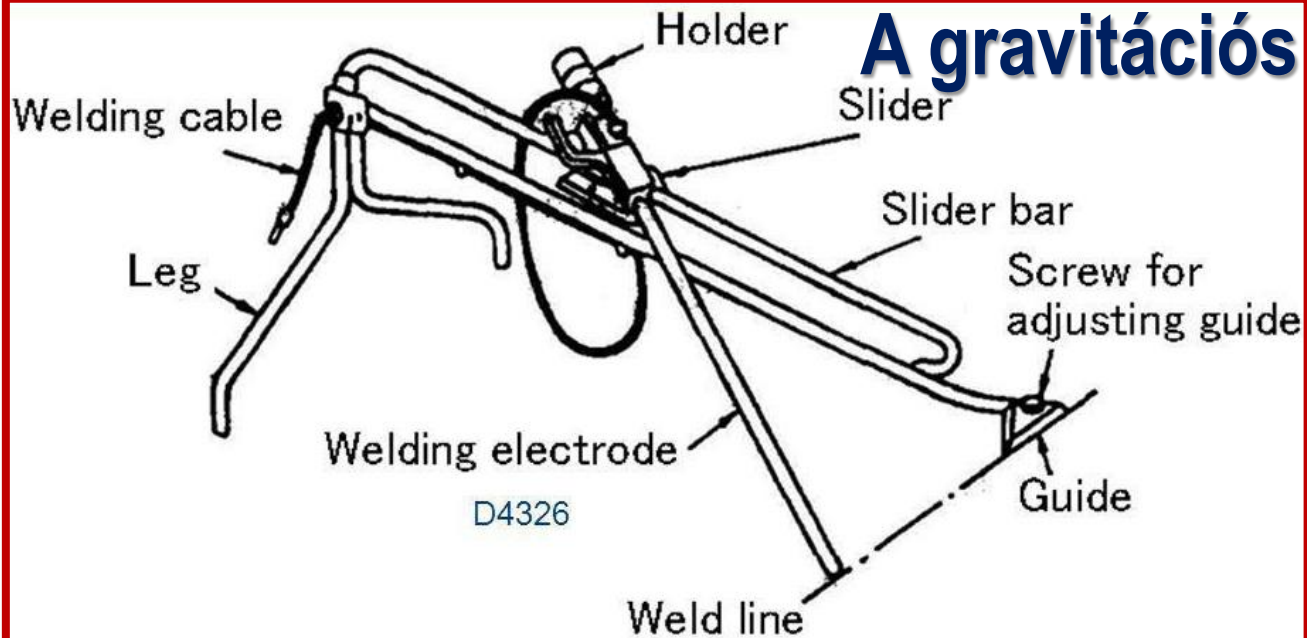
Az áramforrás másik pólusát – a földelővezetéket, másként a „testet” – a munkadarabra vagy (általában) a munkaasztalra csatlakoztatják.

Vannak olyan hegesztési eljárások, amelyeknél több földelővezetéket is használnak az egyenletes árambetáplálás érdekében (pl. fedett ívű hegesztés, csaphegesztés).



A gravitációs hegesztés → 112

[→ videó](#)



A hegesztőberendezések szakkifejezései

Hegesztőberendezés (welding equipment) = a hegesztéshez használt önálló készülék; pl. az áramforrás, a huzalelőtoló stb.

Hegesztőegység (welding unit); A segédeszközöket is magába foglaló *hegesztő munkaeszköz*; pl. a befogó- és rögzítőkészülékek, robotok, manipulátorok és forgatókészülékek.

Hegesztő munkaeszköz (welding installation) = A hegesztéshez használt teljes összeállítás, amely a *hegesztőberendezésből* és a *hegesztési tartozékokból* áll.

Manipulátor (manipulator) = a munkadarab tartására és kívánt helyzetbe hozására (billentésére, illetve forgatására) szolgáló készülék.

Hegesztési tartozékok (welding accessories) = *Hegesztéshez* használt segédeszközök. Példa: hegesztőpisztolyok, hegesztőfejek, gázpalackok, kábelek, égők, biztonsági eszköz stb.

Váltakozó áramú hegesztő-áramforrás (a.c. welding generator) = *Hegesztésre* használt, váltakozó áramot előállító áramforrás.

Egyenáramú hegesztő-áramforrás (d.c. welding generator) = *Hegesztésre* használt, egyenáramot előállító áramforrás.

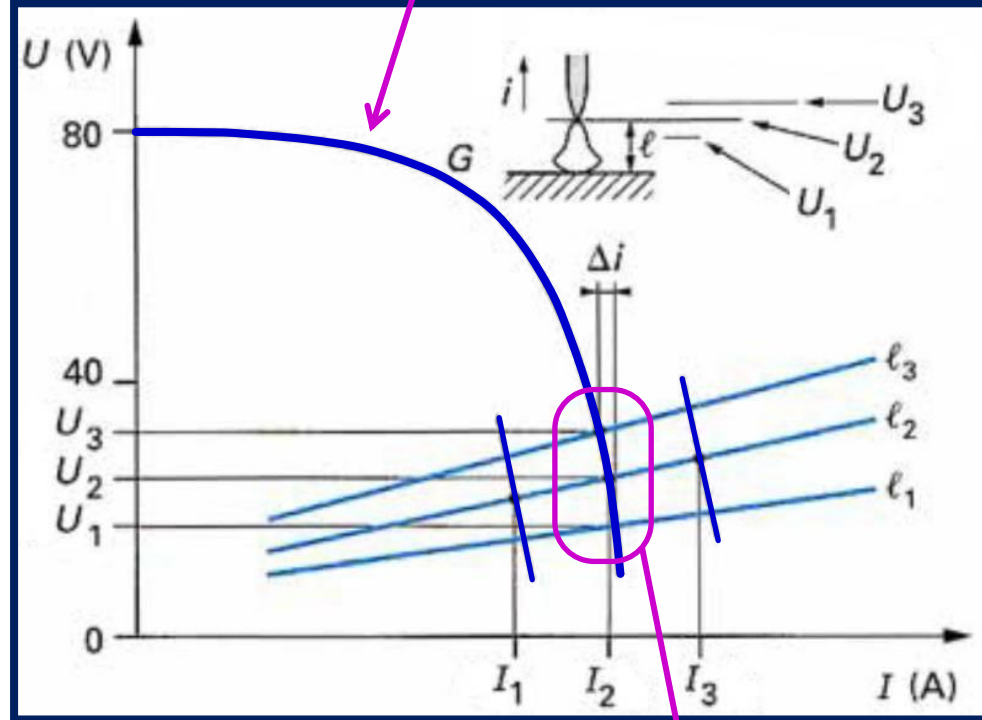
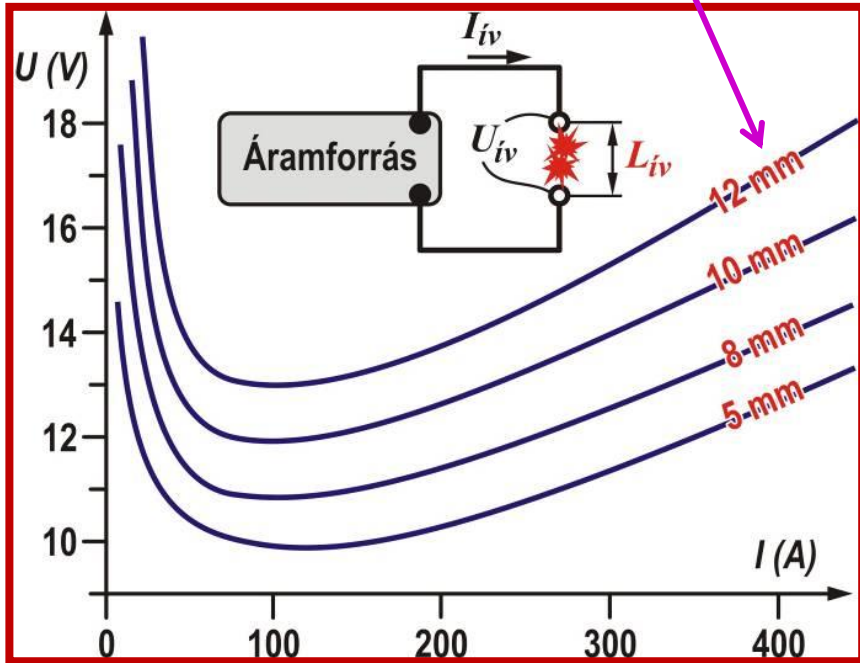
Elektróda (electrode) = Alkatrész, amely villamos energiát továbbít a fémhez *varrat* létrehozása vagy vágás céljából.

- **Torch** = device that conveys all services necessary to the arc for **welding**, cutting or allied processes. Example: Current, gas, coolant or wire **electrode**; ISO/TR 25901-1:2016, 2.3.9
- **Égő (torch)** = Olyan eszköz, amely mindazon dolgok továbbítására szolgál, amelyek szükségesek az *ívhegesztéshez*, a vágáshoz vagy a rokon eljárásokhoz. Példa (az említett „dolgokra”): villamos áram, gáz, hűtőfolyadék vagy huzalelektroda.
- **Welding gun, gun** = torch with a handle substantially perpendicular to the torch body; ISO/TR 25901-4:2016
- **Cutting blowpipe with nozzle mixing** = cutting blowpipe in which the heating oxygen and fuel gas ways are independent in the blowpipe and the head, the gases are mixed in the cutting nozzle (nozzle mixing); ISO 15296:2017, 3.3.10

A villamos ív jelleggörbéi a változó ívhosszúság hatására

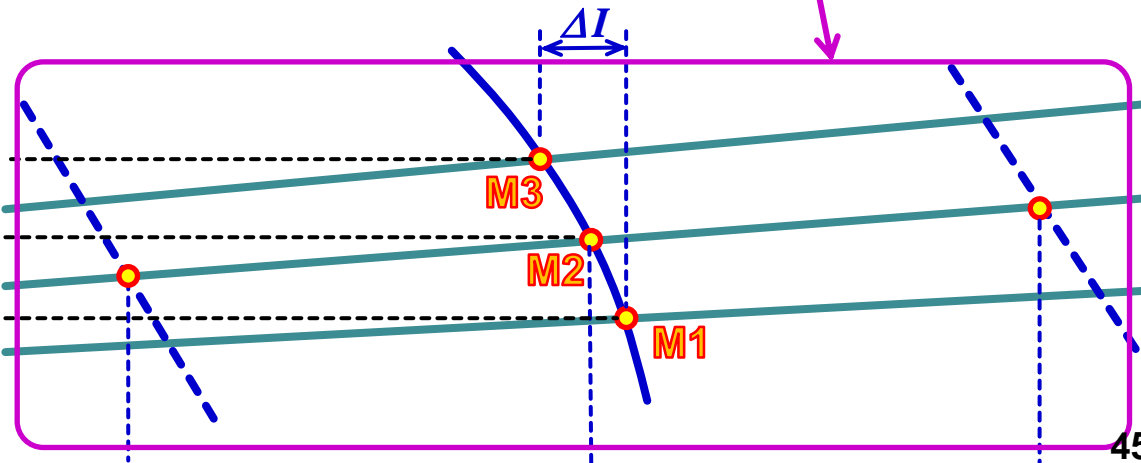
A kívánatos

áramforrás-jelleggörbe



Meredeken eső áramforrás-jelleggörbe; másként: „áramtartó”.

Az M1, M2, M3 munkapontokban közel állandó a hegesztési áramerősség



Áramforrások: Az ívhegesztés áramforrásai olyan villamos gépek, amelyek egyenáramú vagy váltakozó áramú villamos ívet hoznak létre és tartanak fenn folyamatosan.

Hegesztőgenerátor: A generátor egyenáramot keltő villamos forgógép. Előnyei a jó ívgyújtás és ívstabilitás, minden elektródatípushoz alkalmas, fokozatmentesen szabályozható. Hátrányai: kopóalkatrészei vannak, nagyon zajos, porra és túlterhelésre érzékeny, hatásfoka 50–60 %. *Ma már ~ismeretlen*

Hegesztőtranszformátor

Előnyei: kopóalkatrész-mentes, üzemi költsége kicsi, hatásfoka 80–90 %.
Hátrányai: csak váltakozó áramú villamos ívet tud létrehozni, ötvöztött acélok és színesfémek hegesztésére nem alkalmas, zárt tartályon belüli hegesztésre nem alkalmas, nem vagy rosszul szabályozható. *Ma már alig használatos*

Hegesztő-egyenirányító (transzformátor + egyenirányító)

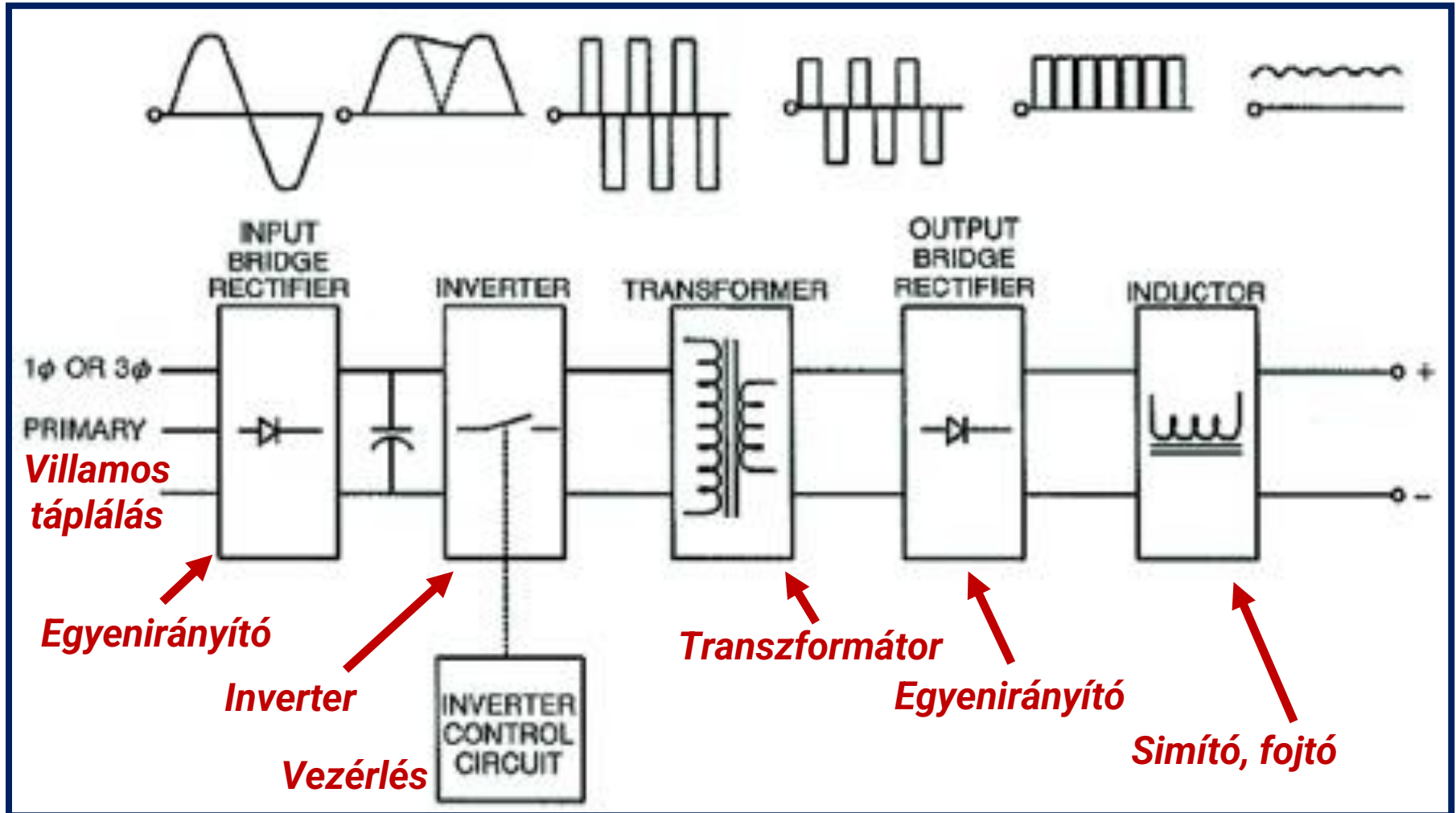
Előnyei: egyenáramú hegesztésre alkalmas, jó ívgyújtás, hatásfoka 70–80 %. Hátrányai: karbantartás-igényes, porra érzékeny, a hálózati feszültség ingadozására érzékeny.

Hegesztőinverter (inverter = váltóirányító)

A hálózati feszültség egyenirányítása után egy frekvenciaváltó révén 20–100 kHz-es váltakozó feszültség jön létre. Ezt ekkor már kisméretű transzformátorral lehet átalakítani, de majd egyenirányítani, simítani kell.

A hatásfok a többszöri átalakítás ellenére kitűnő, a berendezés kicsi, az elektronikus szabályozhatósága kiváló.

Az inverter → egyenáramról váltakozóra átalakító



Forrás: Sang Bong Kim (2011) *Development of digital gas metal arc welding system and welding current control using self-tuning fuzzy PID*

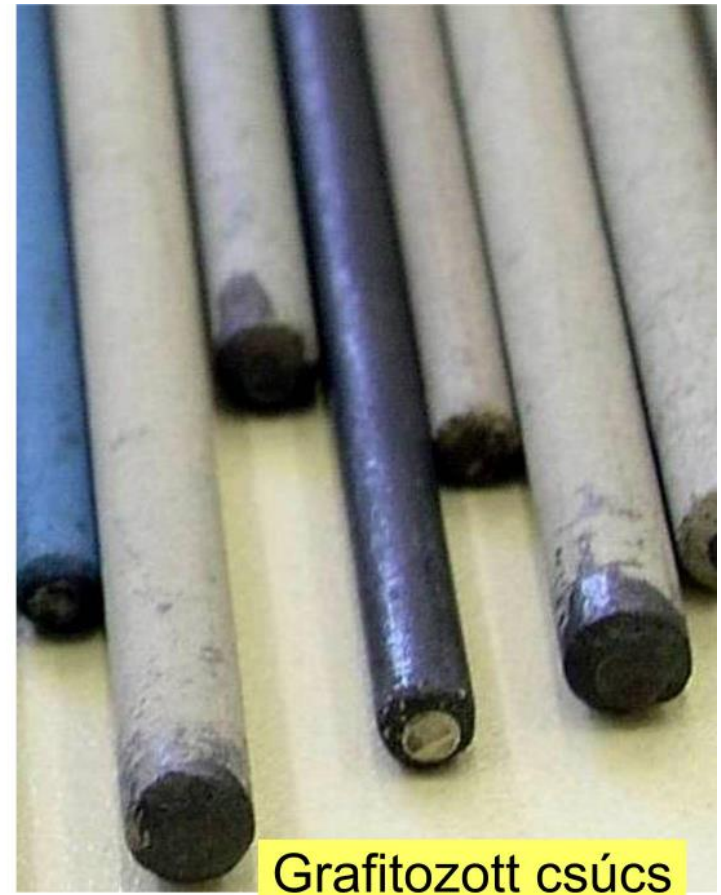
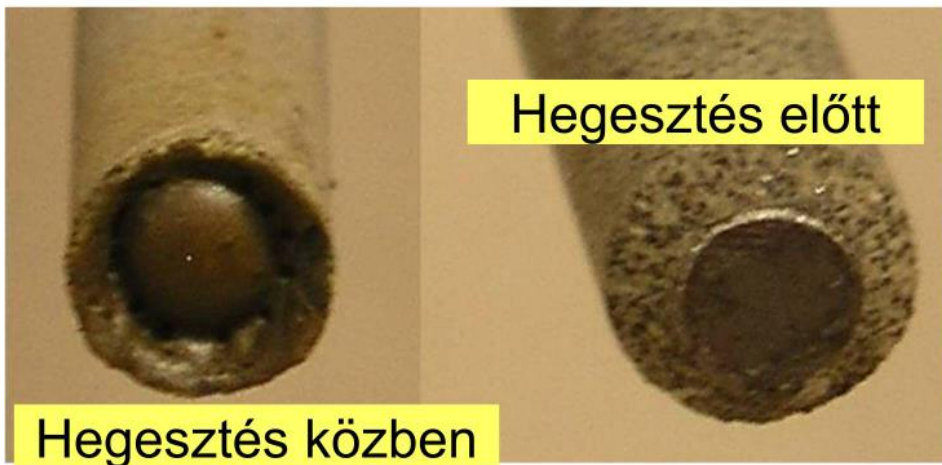
Bevonatos elektróda, bevonatos csőelektróda, csőelektróda

Víz alatti hegesztésre is ...



A bevonatos elektródák

A bevonatos elektróda a **maghuzalból** és a reá préselt **bevonatból** áll. Az elektródák járatos maghuzalátmérője: 2,0 – 2,5 – 3,25 – 4,0 – 5,0 mm, hossza 300 – 350 – 450 mm.



A bevonat, valamint a salak szerepe

A bevonat – és a belőle képződött gázok és a salak – jelentős szerepet játszik következő folyamatokban:

- Ívgyújtás, ívújragyújtás, ívstabilitás (a K, Na, Ca csökkenti az elektronkilépési munkát, vagyis az ionizációs potenciált).
- Védi az ömledéket és a varratot. A védőgázképzés: jellemzően CO és CO₂; a cellulóz (C₆H₁₀O₅)_n égéséből és a CaCO₃-ból származnak.
- Anyagátvitel: a fajlagos leolvadási teljesítmény (tömeg / idő) növelése a vasportartalmú, nagy hozamú elektródákban; a kihozatal 220 % is lehet.
- Salakképzés: az olvadt salak végzi az ömledék metallurgiai kezelését; a salak a rutilból, SiO₂-ből, MnO-ból és más salakképzőkből származik.
- Lassítja a lehűlést, mind az olvadt, mind a megszilárdult salak.
- Dezoxidálás: a Mn, Si, Al, V, Ti az oldott oxigént megköti.
- A szilárd szennyezők (S, P) és a további gázok (H, N) eltávolítása.
- Ötvözés, a kiégő ötvözők pótlása. Alapvető a felrakóhegesztéshez.
- Formálja a varratot: beolvadási profil, dudoralakot, varratszegély.
- Elősegíti a vízszintestől eltérő helyzetben való hegesztést.
- A fröcskölés csökkentése.
- A salakleválás megkönnyítése: többsoros varratoknál nagyon fontos.

Jelölési példa: ISO 2560 – A – E 46 3 1Ni B 5 3 H5

Az MSZ EN ISO 2560:2010 „Hegesztőanyagok. Bevont elektródák ötvözetlen és finomszemcsés acélok kézi ívhegesztéséhez. Osztályba sorolás” szabvány alapján

A mechanikai tulajdonságok

Kétféle osztályozás lehetséges a követelményekre:

„A” osztály: ReL + A5 és a 47 J ütőmunka; → 35-38-42-46-50 és A-0-2---6

„B” osztály: Rm és a 27 J ütőmunka; 43-49-55-57

A huzal kémiai összetétele szerint

Az osztályozás a Mn, a Mo és a Ni ötvözők mennyiségén alapul.

Bevonatfajta: A – C – R – RR – RC – RB – B → A/8, B/17

A kihozatal és az alkalmazható áram neme és fajtája szerint

Névleges elektródakihozatal: 8 csoport. Áramfajta: 4 csoport

A pozícióhegesztésre való alkalmasság szerint

Az osztályozás 5 csoportba sorolja az elektródákat e szempont alapján.

A varratfém diffúzióképes hidrogéntartalma szerint

Három csoport: $H \leq 5$, $H \leq 10$, $H \leq 15$ mL / 100 g varratfém

Az elektródabevonatok típusai

Jelük

A

B

C

R

O

RA

RB

RC

RR



Az „O” ma már nem szabványos jelölés

Az elektródabevonatok: a bázikus bevonat

A Savas bevonat: vas-oxidok, ferromangán. Finomcseppes anyagátvitel, sima varratfelszín, gyenge pozícióhegesztési alkalmasság, erős melegrepedési hajlam. **Tisztán savas bevonat évtizedek óta ~nincs.**

B **Bázikus bevonat:** kalcium-karbonát (mészkeő), kalcium-fluorid, rutil, kvarc. Kitűnő szívósságú varratot ad: a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra előírt ütőmunka követelményét is teljesíti. Különleges salakképzőkkel PG helyzetben is kiváló, akár jobb is, mint a rutilos!

Az ívgyújtási képessége rossz, ezért grafitozzák az elektróda végét.

A bevonat nedvszívó, ezért használat előtt **2–3 órán át $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on ki kell szárítani.**

Érzékeny a polarításra, különösen fontos a gyártó ajánlásának betartása. A bázikus salaknak köszönhetően olyan varratfémet alakít ki, amelynek szívóssága kiváló, elsősorban a kis hidrogéntartalom miatt.



Kiszáritás elektródaszárító kemencében



**Tárolás:
fűthető termoszban**



Az elektródabevonatok: cellulózos bevonat

C Cellulózos bevonat: 15–30 % éghető szerves anyagot tartalmaz (cellulóz, keményítő, liszt, faliszt). A cellulóz: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Intenzíven égő ív, PG pozícióban kitűnő, **olaj- és földgázz szállító csőtávvezetékek** hegesztésére.

Kimondottan a nagy átmérőjű olaj- és gáztávvezetési csövek szabadtéri, fentről lefelé haladó (PJ) hegesztésre fejlesztették ki, és mindmáig ez a legfontosabb alkalmazásuk.



Elektródabevonatok: a rutilos bevonat

Rutil = a tiszta titán-dioxid ásványtani elnevezése. Az ilmenit is Ti-oxidban dús ásvány, de nem olyan jó minőségű a bevonat céljára.

R Rutilos: durvacseppes anyagátvitel. A közhiedelmekkel ellentétben, nem annyira jó a pozícióhegesztési alkalmassága, kivéve a PG-t. Salakjának metallurgiai jellege: savas. Emiatt a varratfém szívóssága legfeljebb -20 °C -ra előírt ütőmunka-követelményt elégíti ki. Mind egyenáramú, mind váltakozó áramú áramforrásról jól leolvasztható.

RA Rutilos-savas: nagy rutiltartalom, nagy szilárdságú varrat, PG-ben nem alkalmas.

RB Rutilos-bázikus: rutil + bázikus összetevők. PG-ben nem alkalmas.

RC Rutilos-cellulózos: a PG helyzetű hegesztésre is alkalmas.

RR Nagy kihozatalú (nagy hozamú): vastag, rutilos bevonat. Jó ívújragyújtás, finoman pikkelyezett varratfelszínt ad.

Elektródabevonatok: nagy kihozatalú elektródák

Általában ezek is rutilos bevonatúak; jelölésük: RR.

Ha RB v. RC jelű, akkor a bevonat jellege is vegyes, pl. rutilos-bázikus.

A nagy vastagságú anyagokból készülő gyártmányok hegesztett kötéseit gyakran kell több rétegből és rétegenként több varratsorból felépíteni. Ilyen esetekben használják a nagy kihozatalú elektródákat, amelyekkel egy varratsor keresztmetszete vagy/és a hegesztési sebesség jelentősen megnövelhető. Az ilyen bevonatok vastagok, bennük a vaspor mennyisége akár meg is haladhatja a maghuzal anyagának mennyiségét. Ezekkel az elektródákkal csak vízszintes helyzetű varratok készíthetők.

Létezik az eddig említettek mellett az oxidos bevonatú (jele: O) elektróda is, de kicsi a gyakorlati jelentősége. Kizárólag vágási célra (ívvágás) használják, és csak egyes elektródagyártók kínálatában szerepel.

Az ívvágásokról a termikus vágási fejezetben lesz majd szó ...

A hegesztéstechnológiai / hegesztési változók

- A maghuzal átmérője: $d_e = 1,5-6 \text{ mm}$
- A hegesztési áramerősség: $I = 30-500 \text{ A}$
 $I = \{ (30-60) \times d_e \} \text{ A}$
- A hegesztési feszültség: $U = 20-50 \text{ V}$
 $U = 0,04 \times I + 20 \text{ V}$
- A hegesztési sebesség: $V_{\text{heg}} = 80-200 \text{ mm/min}$
- **A kihúzási hossz:** $l_{\text{ki}} = 100-400 \text{ mm.}$

A kihúzási hossz az elektróda hasznos hosszával hegeszthető varrat hosszát jelenti.

A kihúzási hossz megadásával a varrat keresztmetszete és a hőbevitel (hegesztési sebesség) is kézben tartható.

A bevont elektródák maghuzalátmmérője, mm

1,0–1,25–1,6–2,0–2,5–3,0–3,15–3,20–3,25–3,5–4,0–4,5–5,0–5,6–6,0–7,0–8,0

A bevonatos elektródák alkalmazástechnikai jellemzői

I	Hegesztési áramerősség (A)
U	Hegesztési feszültség (V)
v	Hegesztési sebesség (mm/min)
d, L	Elektródaátmérő és elektródahosszúság (mm) + bevonattípus
R _{N,E,G,D}	Kihozatali tényező → lásd: dia a 65. diát
D	Leolvadási tényező → lásd: dia a 65. diát
B	1 kg varratfém hegesztéséhez szükséges elektródák száma (db)
H	1 óra alatt hegeszthető varratfém mennyisége (kg/h)
T	1 db elektróda leolvasztásához szükséges idő a maximális áramerősség 90 %-ával (s)
DR	Leolvasztási teljesítmény (kg varratfém / óra)

Az itt felsoroltak a leggyakrabban használt jellemzők.

Pontosan meghatározandók egy hegesztési utasításban. A jelölések általában önkényesek, és gyártónként vagy országonként is eltérhetnek.

Az áramerősség meghatározása → 111

A hegesztési áramerősség értékének meghatározása az ívhegesztési eljárásoként, alapanyagfajtként és a mértékadó vastagság függvényében határozandók meg. **A pontos értéket a kézikönyvek javaslatai alapján üzemi előkísérletekkel lehet pontosan meghatározni.**

Szénacélok kézi ívhegesztésére az irányértékek a bevont elektróda átmérőjéhez kapcsolódnak. A bevont elektródák mértékadó átmérője a maghuzal átmérőjét jelenti; az átmérő 1,0 mm-től indul, és 8,0 mm-ig terjed. Az alábbi táblázat néhány átmérőhöz tartozóan a hegesztési áramerősség tartományát mutatja.

Átmérő mm	1,6	2,0	2,5	3,25	4	5	6,3
Áramerősség A	25–30	40–50	60–80	100–150	140–180	180–300	280–450

Leolvasztási teljesítmény → 111

A leolvasztási teljesítmény:

Az időegység (1 óra) alatt folyamatos hegesztéssel a varratfémbe juttatható anyag tömege (kg/h).

Általában 60 s mérési idő alapján határozzák meg.

	Átmérő mm	Kereszt- metszet mm ²	Áramerősség A	Áramsűrűség A/mm ²	Leolvasztási teljesítmény kg/h
Bevont elektróda E7024	4,0	12,57	235	18,7	3,0
Tömör huzal ER70S-6	1,2	1,130	235	287,5	3,3
Porbeles huzal E71T-1	1,2	0,625	235	376	3,8
Fémportölt. huzal E70C-6M	1,2	0,625	300	480	5,2

A kihozatali tényezők és a leolvadási tényező; 111

MSZ EN ISO 2401:2019 Hegesztőanyagok. Bevont elektródák. A kihozatal, a fémkihozatal és a leolvadási tényező meghatározása → Welding consumables — Covered electrodes — Determination of the efficiency, metal recovery and deposition coefficient

- R_N = A maghuzalra vonatkoztatott **névleges kihozatal** (%-ban):
A lerakott hegesztőanyag (m_D) és az elektródából leolvasztott névleges átmérőjű maghuzal tömegének (m_{CN}) hányadosa. → 240
- R_E = A maghuzalra vonatkoztatott **tényleges kihozatal**:
A lerakott hegesztőanyag (m_D) és a leolvasztott maghuzal tényleges tömegének (m_{CE}) hányadosa.
- R_G = Az elektróda egészére vonatkoztatott **teljes fémkihozatal**:
A lerakott hegesztőanyag (m_D) és az elektróda összes tömegének (m_E) hányadosa.
- R_D = Az elektróda egészére vonatkoztatott **tényleges fémkihozatal**:
A lerakott hegesztőanyag (m_D) és az elektróda leolvadt (befogószár { m_S } nélküli) összes tömegének ($m_E - m_D$) hányadosa.
- D = A **leolvadási tényező** a lerakott hegesztőanyag tömegének (m_D), valamint az amperben mért hegesztési áramerősség (I_m) és a percben mért hegesztési idő (t) szorzatának a hányadosa.

A hegesztési eljárások kihozatali tényezői

Az ívhegesztési eljárásokra meghatározott kihozatali tényezők

Eljáráskód	Anyagátviteli mód	Kihozatali tényező
111	finomcseppes	54–77 % (→ 240)
121		100 %
141		100 %
311		100 %
135	Rövidzárlatos	92 %
135	Permetes	95 %
135	Impulzusos	98 %
136	Rutilos portöltet	85 %
136	Bázikus portöltet	88 %
138	Fémpor töltet	92–95 %
114	Önvédő huzal	82 %

A 135-ös és a 136-os eljárásra Ar + 25 % CO₂ védőgáz alkalmazásával érvényesek a megadott értékek

A hegesztési áramerősség

A hegesztési áramerősség alapvető hegesztéstechnológiai adat. Értéke hegesztési eljárásonként jellemző tartományba esik, azon belül pedig pl. a hegesztendő alapanyagok fajtájától és mértékadó vastagságától függ.

Néhány számszerű példa:

Hegesztési eljárás	Áramerősség-tartomány
111	40–400 A
112	120–400 A
12x	200–2000 A
13x, 73	120–500 A
14x	10–400 A
15x	(0,1–) 2–300 A
78	50–600 A
2xx	100–50 000 A

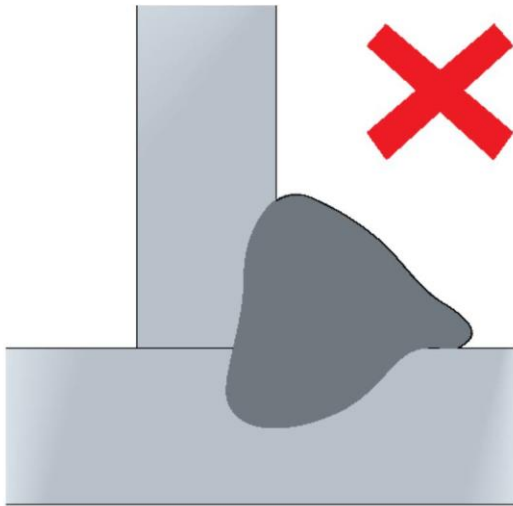
A hegesztési feszültség

A hegesztési feszültség alapvető hegesztéstechnológiai adat. Értéke a hegesztési eljárásokra jellemző tartományba esik, azon belül pedig pl. a hegesztendő alapanyagok fajtájától, a védőgáztól és az ívhosszúságtól függ.

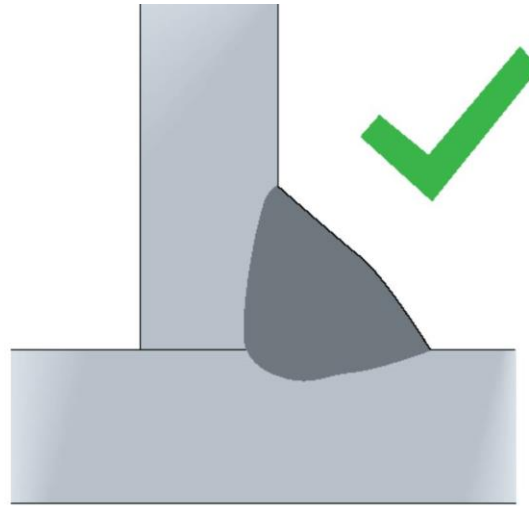
Hegesztési eljárás	Hegesztési feszültség
111	40 V
112	15–35 V
12x	25–40 V
13x, 73	15–35 V
14x	10–20 V
15x	40–50 V
78	30–40 V
2xx	4–20 V

A hegesztési sebesség

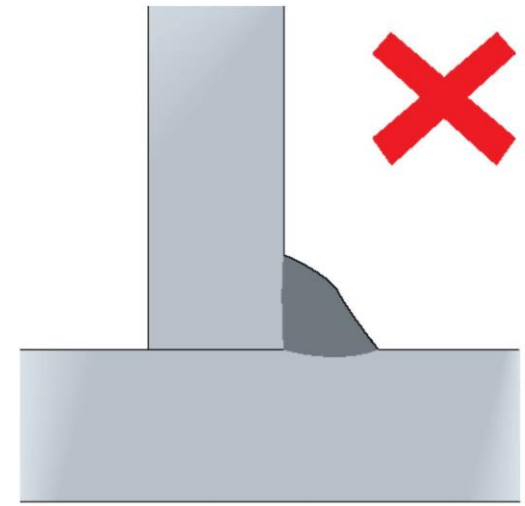
A hegesztési sebesség meghatározása nagyon sok összefüggő szempont figyelembevételét kívánja meg, amelyeket felsorolni haszontalan lenne a technológiatervezési alapok ismeretének hiányában. Ezért csak a hegesztési sebességnek a beolvadásra gyakorolt hatását illusztráljuk az alábbi ábrákon.



Túl kicsi



Megfelelő



Túl nagy

A hőbevitel és a hegesztési energiák

Ívenergia, jele: E ; \rightarrow A hegesztési feszültség és a hegesztési áramerősség szorzata, elosztva a hegesztési sebességgel.

A hőbevitel (Q) a termikus hatásfok értékével megszorozott ívenergia.

A hegesztési hőfolyamat jellemzője az ívenergia és a hőbevitel:

$$E = \frac{U \cdot I}{v} 10^{-3} \quad Q = k \frac{U \cdot I}{v} 10^{-3}$$

Q	Hőbevitel (kJ/mm)
k	Termikus hatásfok
U	Hegesztési feszültség (V)
I	Hegesztési áramerősség (A)
v	Hegesztési sebesség (mm/s)

Eljárás	k
111	0,8
114	0,8
12	1,0
131	0,8
135	0,8
138	0,8
141	0,6
15	0,6

Bár a hőbevitel kívánatos értékére anyagonként rendelkezésre állnak adatok, a helyes érték meghatározása alapos technológiai ismereteket kíván.

- MSZ EN 1011-1:2009 Hegesztés. Ajánlások fémek hegesztéséhez. 1. rész: Általános irányelvek ívhegesztéshez
- Az MSZ EN 1011-2:2001 „Hegesztés. Ajánlások fémek hegesztéséhez. 2. rész: Ferrites acélok ívhegesztése” szabványban (42. oldal) a 111-es és a 135-ös eljárásra egyaránt $k = 0,85$ érték van megadva.

A hegesztési energiák mérésére vonatkozó MSZ ISO/TR 18491:2020 (ISO/TR 18491:3019) szabvány magyar kiadását a BME ATT rendelte meg (és fizette a kiadás költségeit)

A hegesztőanyagok csomagolása



A bevont elektródák csomagolása kartonpapír vagy fröccsöntött műanyag doboz; a dobozokat töltés után zsugorfóliázással is védik. A kis hidrogéntartalmú, bázikus elektródák és az erősen ötvözött elektródák vákuumos csomagolásban is beszerezhetők. Az Ø3,2 mm átmérő alatti elektródák ún. karcsú (vékony, kis mennyiségű) csomagolásban is készülnek. A vákuumos csomagolás teljesen kizárja légnedvesség bejutását a bevonatba; az így szállított elektródák a csomag felbontása után azonnal felhasználhatók, elhagyható a kiszáritás. Az elektródák eltarthatósága maximum 5 év.

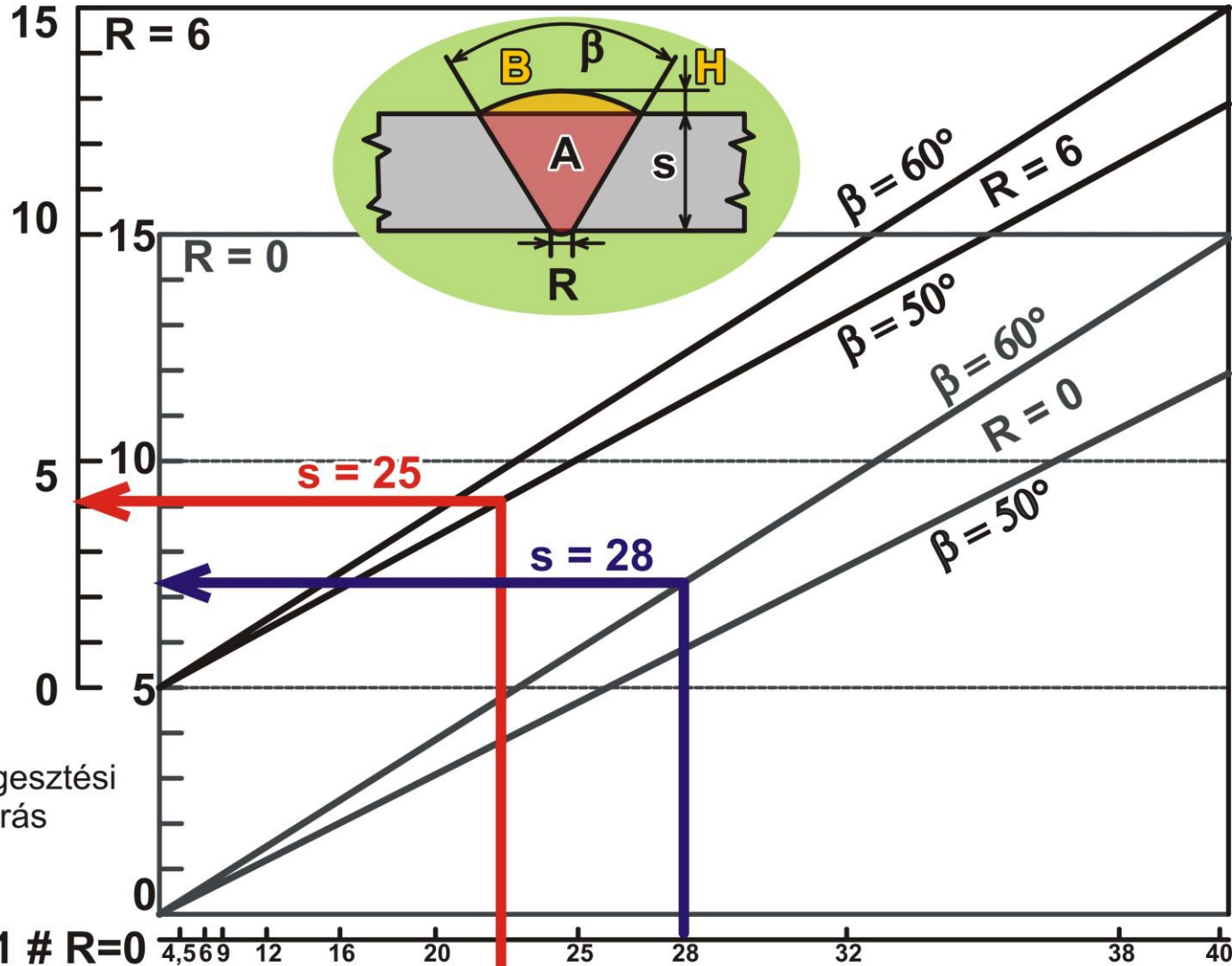
A hegesztőanyagok tanúsítványai

A hegesztőanyagok legfontosabb minőségtanúsítványainak jelzése és a tanúsító szervezet megnevezése

ABS	American Bureau of Shipping
BV	Bureau Veritas
CCS	China Classification Society
CE	EN EN 13479 ← <i>a gyártók már-már csak ezt veszik meg ...</i>
CO	Vereinigung voor Controle of Langebied Controlas
CWB	Canadian Welding Bureau
DNV	Det Norske Veritas
GL	Germanischer Lloyd
KR	Korean Register of Shipping
LRS	Lloyd's Register of Shipping
NKK	Nippon Kaiji Kyokai
PRS	Polski Rejestr Statkovy
RINA	Registro Italiano Navale
RS	Russian Maritime Register of Schipping
Sepros	Certificat vidnopovidnosti 'Sepros' Institutu Elektrosvarki imeni E. O. Patona
TÜV	Technischer Überwachungs Verein

A tanúsítvány megszerzése a gyártó fontos (és költséges) lépése a termékei minőségének garantálására. A felsorolt tanúsító szervezetek között található általános és különleges alkalmazási területekre szakosodott intézetek.

Hegesztőanyag-szükséglet → számítás



Hegesztési eljárás



111 # R=0	4,5	6	9	12	16	20	25	28	32	38	40	
111 # R=6	4,5	6	9	12	16	20	25	28	32	38	40	
135 # R=0	6	9	12	16	20	25	28	32	38	40	45	50
135 # R=6	4,5	6	9	12	16	20	25	28	32	38	40	45

Leolvasztási teljesítmény

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Leolvasztási teljesítmény (kg/h)

- 111 Kézi ívhegesztés
- 121 Fedett ívű, 1 db huzalelektroda
- 122 Fedett ívű, szalagelektroda
- 124 Fedett ívű, több huzalelektroda
- 135 MAG-hegesztés (tömör huzal)
- 138 MAG-hegesztés (fémpor töltetű huzal)
- 151 Plazmaívhegesztés
- 72 Villamos salakhegesztés

111

121

124

138

151 (por)

151 (huzal)

135

122 (60 mm-es szalagelektroda)

122 (90 mm)

122 (120 mm)

72 (60 mm)

72 (90 mm)

72 (120 mm-es szalagelektroda)

72 (120 mm-es szalagelektroda)