

Hegesztőeljárások

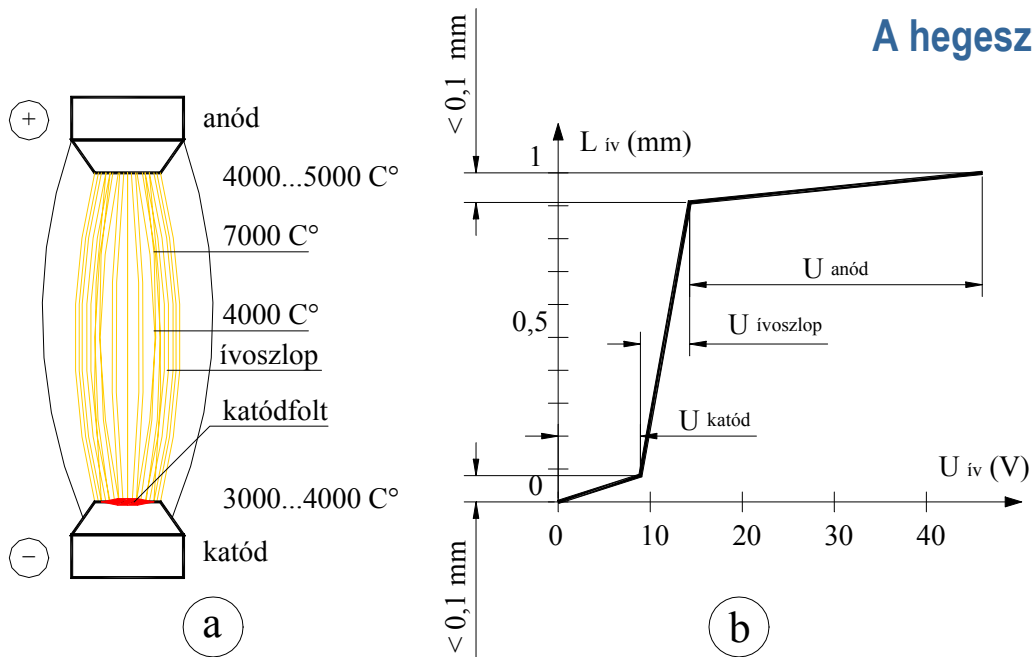
1

Hegesztőeljárások energiaforrás szerint

A hegesztőeljárás	
energiaforrása	megnevezése
<i>mechanikai</i>	hidegsajtoló
	dörzs-
<i>termokémiai</i>	láng-
	aluminotermikus
<i>villamos ív</i>	bevontelektrodás ív-
	argonvédőgázos wolframelektrodás ív-
	védőgázos fogyóelektrodás ív-
	fedettívű
	plazmaív
<i>villamos ellenállás</i>	pont-, vonal-, dudor-
	tompa-
	salak

2

A hegesztőív

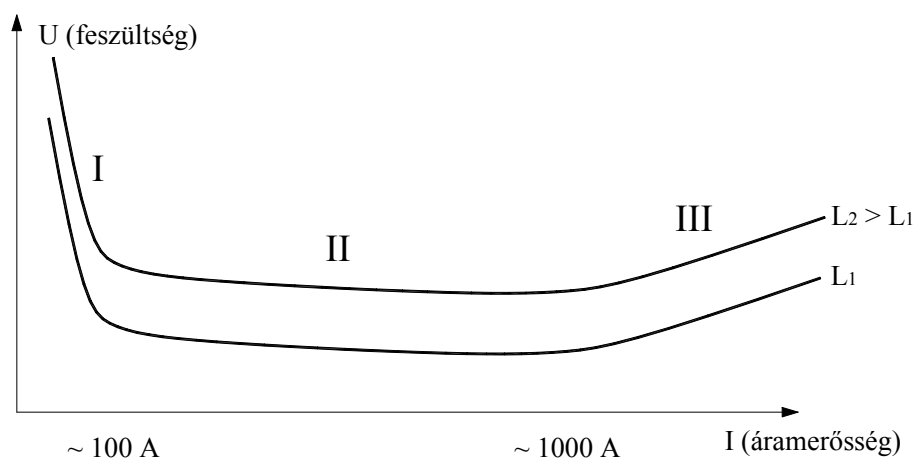


Egyenáramú hegesztőív (levegőben, szénelektrodák között)

- a) az ív felépítése
- b) az ív feszültségeloszlása

3

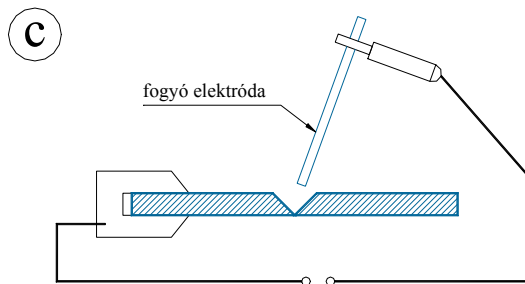
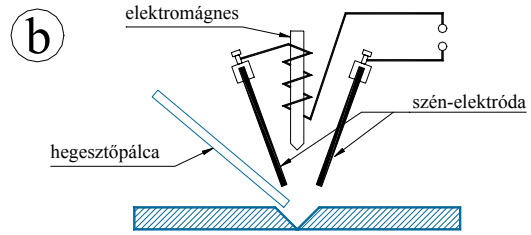
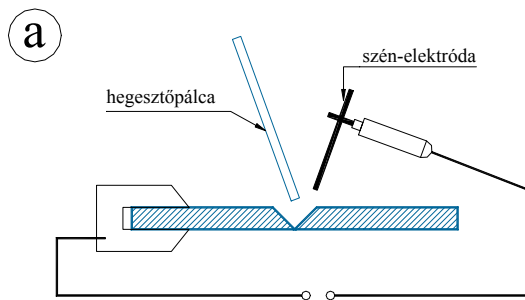
A hegesztőív jellemzői



- I. szakasz: az ív nem stabil
- II. szakasz: az ívfeszültség független az áramerősségtől
- III. szakasz: áramsűrűség $> 100 \text{ A} / \text{mm}^2$

4

A kézi ívhegesztés

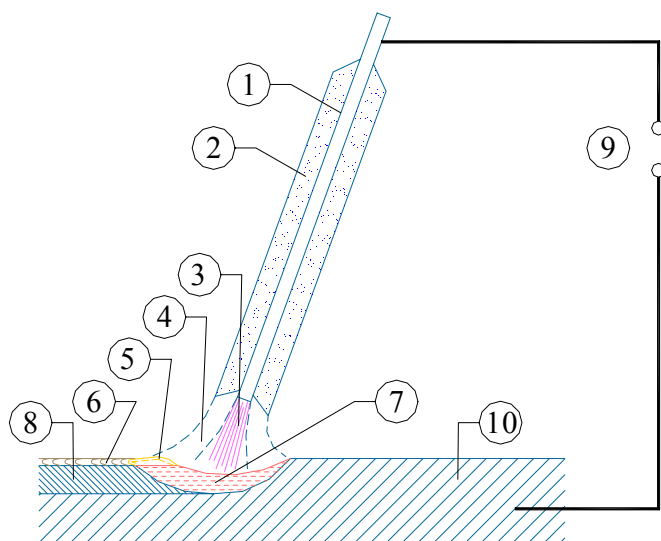


Kézi ívhegesztő eljárások a XIX. sz. végén

- a) Benardosz-féle (1885)
- b) Zerener-féle (1889)
- c) Szlavjanov-féle (1891)

5

A bevontelektrodás kézi ívhegesztés vázlatja



- 1) elektróda-maghuzal
- 2) elektródabevonat
- 3) hegesztőív
- 4) védőgáz a bevonatból
- 5) folyékony salak
- 6) dermedt salak
- 7) folyékony fém
- 8) dermedt fém
- 9) áramforrás
- 10) alapanyag

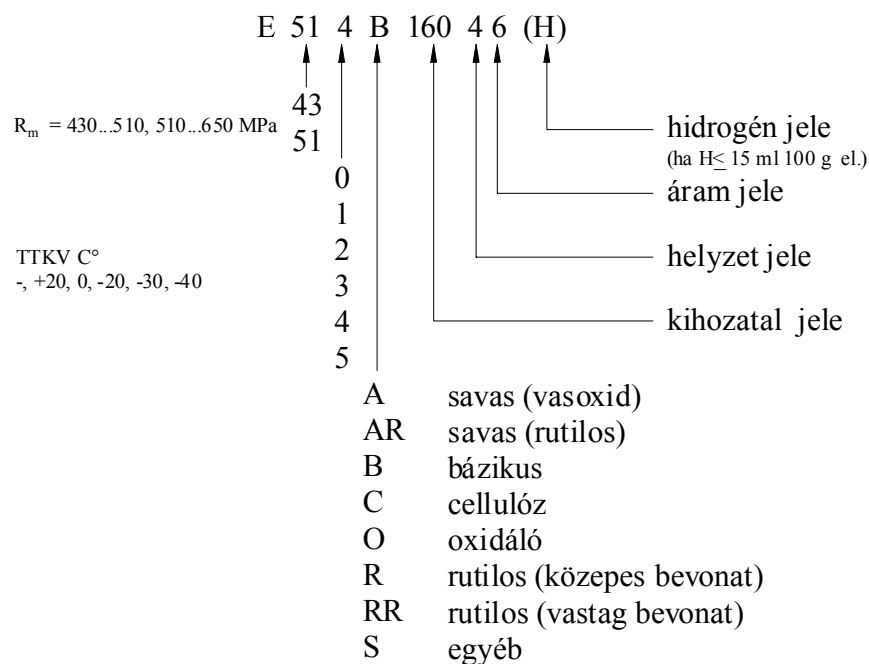
6

A bevonat szerepe

- ▶ ívstabilizálás (váltóáramnál is stabil ív, fröcskölés csökkentése),
- ▶ védelem szennyeződés ellen (inaktív gázok),
- ▶ beedződés csökkentése (hőszigetelő salakréteg),
- ▶ tisztítás (P-ből és S-ből foszfidok és szulfidok, kicsapódnak),
- ▶ ötvözés, kiégett ötvözők pótlása (ferroötvözetek a bevonatban: FeMn, FeCr, FeMo, FeTi),
- ▶ felületalakítás (folyós salak felületi feszültsége).

7

Az elektródák jelölése



8

Az áram jele

ISO-jel	az elektróda polaritása	legkisebb üresjáratú feszültség (váltakozó-áram)
0	+/- - +	váltakozó áram nem alkalmas
1 2 3	+/- - +	50V
4 5 6	+/- - +	70V
7 8 9	+/- - +	90V

9

A hegesztési helyzet jele

ISO-jel	hegesztési helyzetek
1	minden helyzet
2	minden helyzet, kivéve függőlegesen lefelé hegesztés
3	vályú helyzetű tompa- és sarokvarrat, valamint vízszintes sarkvarrat
4	vályú helyzetű tompa- és sarokvarrat
5	mint 3 és függőlegesen lefelé

10

A kihozatal

$$R = \frac{m_D}{m_C} \cdot 100\%$$

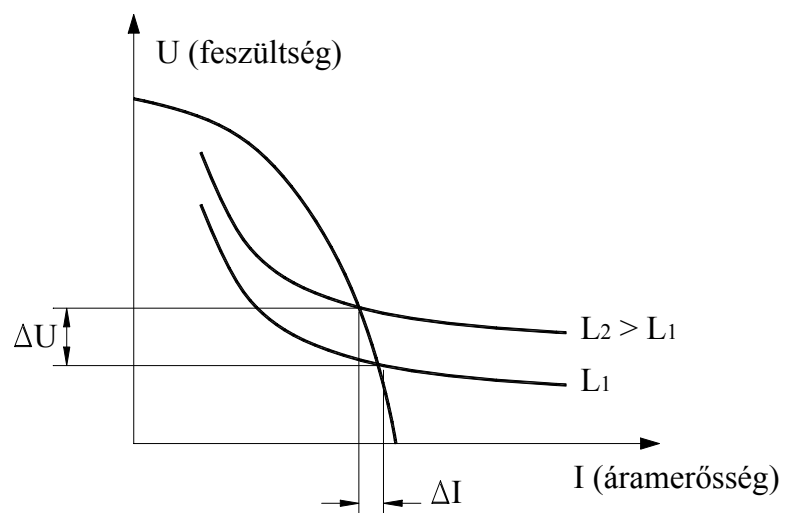
m_D : ömledék tömege

m_C : maghuzal tömege

- 100 %-nál is nagyobb lehet, ha a bevonat is tartalmaz fémet.

11

Az áramforrás jelleggörbéje



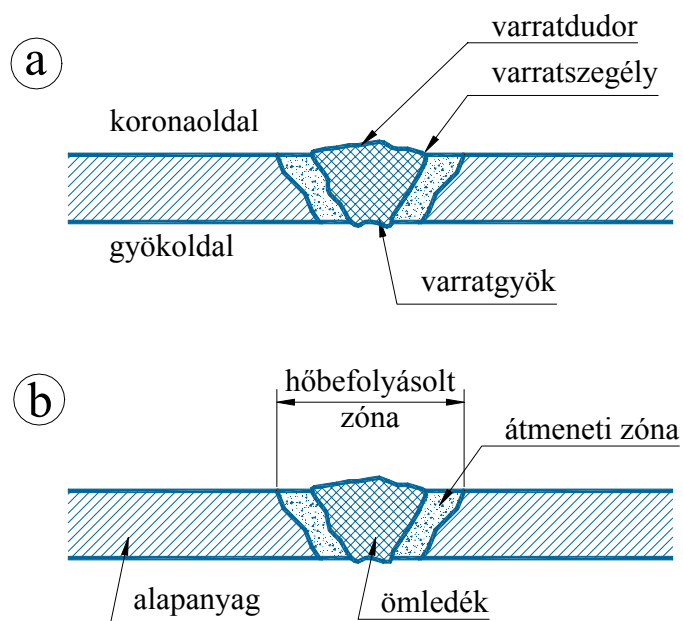
Az áramerősség változása az ívhossztól függően

12

- Kézi ívhegesztés áramforrása lehet:
 - transzformátor,
 - dinamó,
 - transzformátor egyenirányító rendszerekkel kiegészítve,
 - benzin- vagy dízelmotoros aggregátor.

13

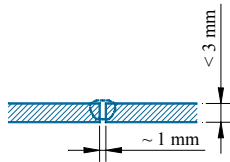
A varrat



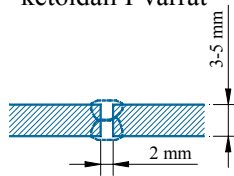
- a) a varratrészek megnevezése
- b) a varrat szerkezete

14

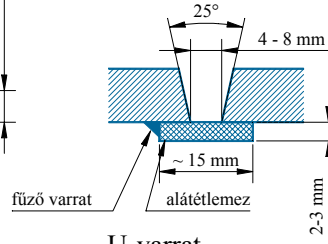
egyoldali I-varrat



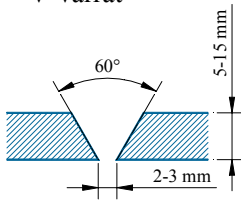
kétoldali I-varrat



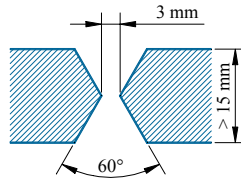
alátétlemezes varrat



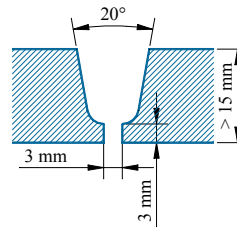
V-varrat



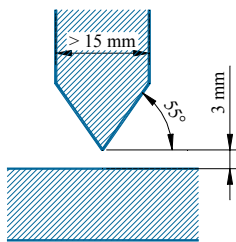
X-varrat



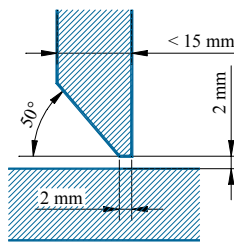
U-varrat



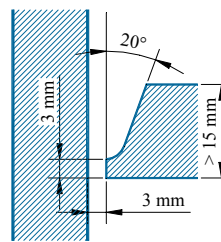
K-varrat



fél K-varrat

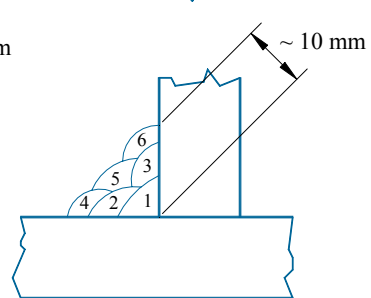
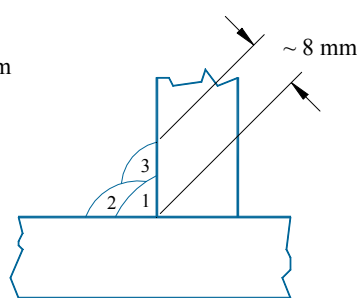
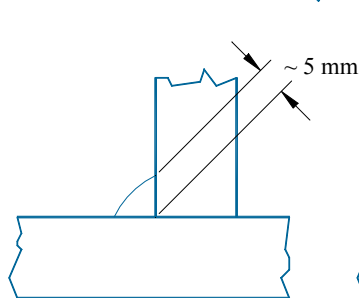
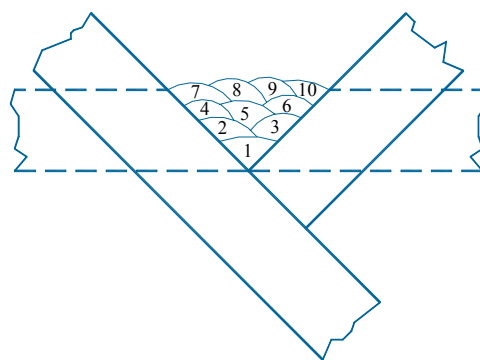
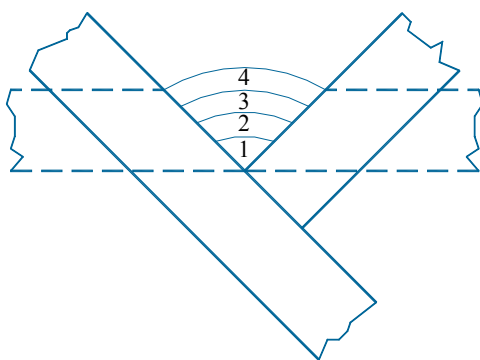


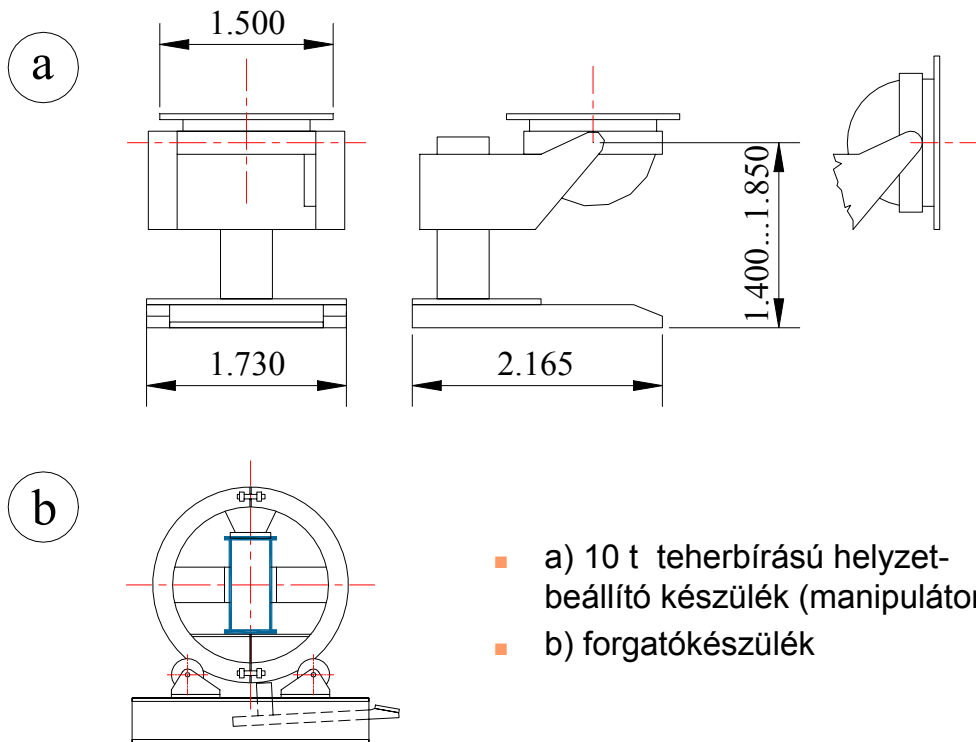
fél U-varrat



Éleőkészítés kézi
ívhegesztéshez
(példák)

A varratok készítése





- a) 10 t teherbírású helyzetbeállító készülék (manipulátor)
- b) forgatókészülék

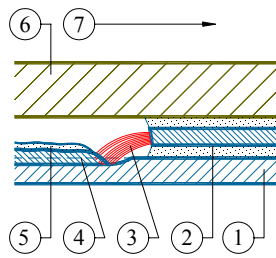
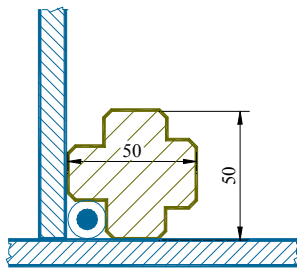
17

Előnyök, hátrányok

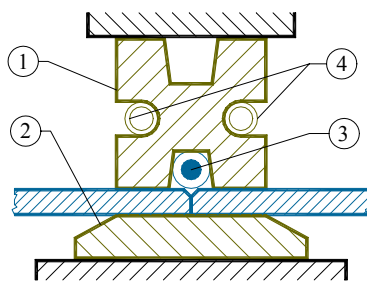
- Kézi ívhegesztés előnyei:
 - kényszerhelyzetű hegesztésre alkalmas,
 - eltérő vastagságú anyagok is összeköthetők vele,
 - rendkívül igényes ötvözött és ötvözetlen szerkezetű varrat is kialakítható,
 - vegyes munkákra, hegesztési hibák javítására alkalmas,
 - üzemi vagy szerelési nehézségek áthidalhatók a segítségével,
 - a legolcsóbb berendezések szükségesek hozzá, egyszerű telepítés, nagy mozgékonyosság, csekély karbantartási költség.
- Hátrányai:
 - kis termelékenység,
 - rossz energiahasznosítás.

18

Fekvőelektródás (sín alatti) hegesztés (ELIN-Hafergut eljárás)



- 1) alapanyag
- 2) elektróda
- 3) hegesztőív
- 4) varrat
- 5) salak
- 6) rézsín
- 7) a hegesztés iránya



- 1) felső rézsín
- 2) alsó rézsín
- 3) elektróda
- 4) vízhűtés

19

Az ELIN-Hafergut féle eljárás jellemzői

- **Elektródák:**
vastagbevonatú, $D = 2,8 \dots 8 \text{ mm}$, $h = 1500 \text{ ill. } 2000 \text{ mm}$
- **Áramforrás:**
u. a. mint a kézi ívhegesztésnél
- **Szabályozás:**
 - ◆ A varrat méretét csak az elektróda (mérete és típusa) határozza meg.
 - ◆ Csak az áramerősség változtatható, a hegesztés sebessége ettől függ.
- **Előnyei:**
 - ◆ a folyamat önműködő, alacsonyabb képzettségű hegesztő egyszerre több varratot is készíthet

20

Védőgázos hegesztések

Alapelv:

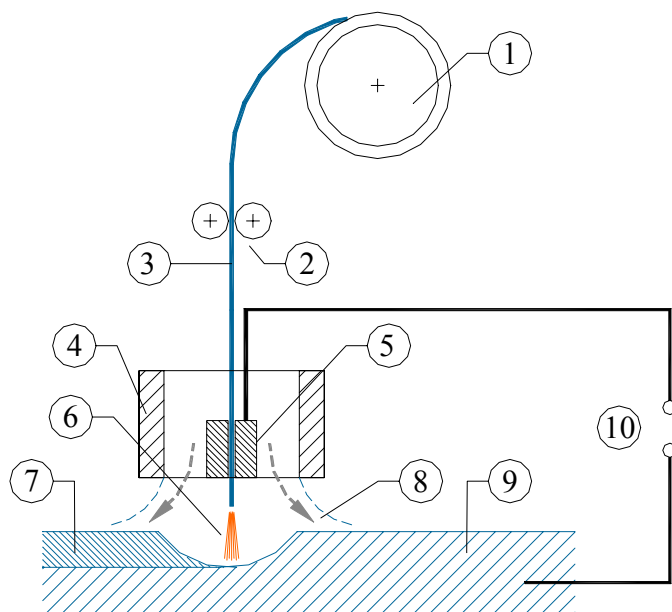
- Megfelelő védőgáz esetén erősebb az ionizáció, stabilabb az ív.
- A védőgáz kiküszöböli az oxidációt és a nitrogénszennyeződést.
- Az elektróda-bevonat elhagyása megkönnyíti az automatizálást növelhető az áramsűrűség (gyorsabb a leolvadás).

Védőgázok:

- *Hidrogén* (már nem használják)
- *Hélium*:
Heliarc eljárás könnyűfém ötvözetekhez, drága.
- *Argon*:
AWI eljárás erősen ötvözött acélokhoz és nem vas fémekhez; egyenáram egyenes polaritás, Al-nál váltóáram.
AFI félautomata eljárás, alkalmazási terület u. a. mint AWI; egyenáram fordított polaritás; gázfogyasztás átl. 10 l/perc.
- CO_2 :
csak ötvözetlen acélokhoz, berendezés u. a. mint AFI-nál; gázfogyasztás 5...20 l/perc.
 $2 \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{CO} + \text{O}_2$
deoxidálni kell (hegesztőhuzalban Mn, Si, Al, Ti)

21

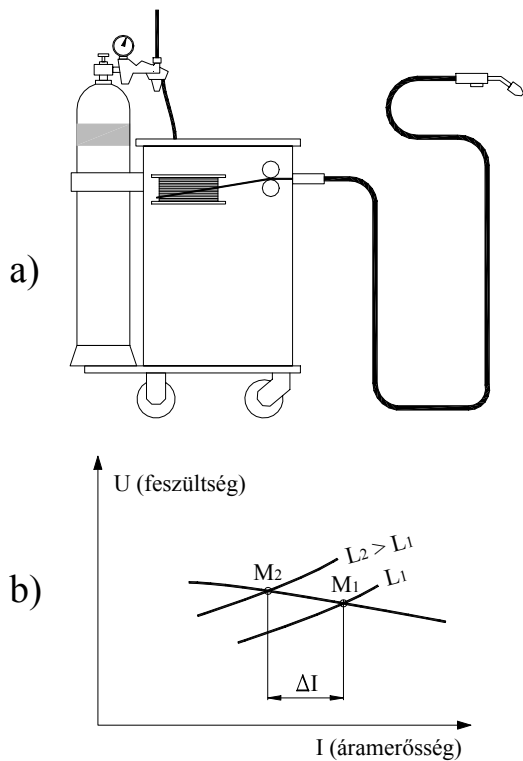
Az AFI / CO_2 védőgázos hegesztés vázlatja



- 1) huzalcséve
- 2) előtoló görgők
- 3) hegesztőhuzal
- 4) gázterelő fúvóka
- 5) árambevezető hüvely
- 6) hegesztőív
- 7) varrat
- 8) áramló védőgáz
- 9) alapanyag
- 10) áramforrás

22

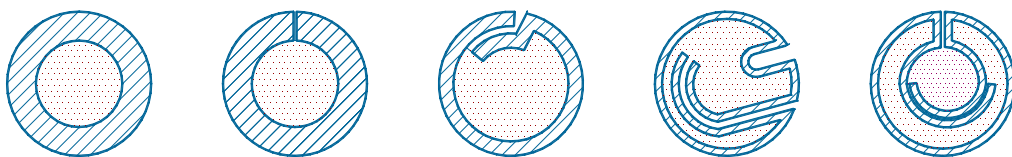
Az AFI / CO₂ hegesztés berendezése és jellemzői



- a) AFI / CO₂ hegesztőberendezés
- b) a belső vezérlés elve
- Huzalelektrodák
 - ◆ átmérő 0,6...2,4 mm
 - ◆ vékony rézbevonat (korrózió ellen)
 - ◆ minőségjelölés: ötvözés jellege (gyengén, közepesen, erősen, többszörösen dezoxidáló, molibdén- vagy egyéb ötvözésű) szerint.

23

Hegesztés porbeles huzallal



Előnyei:

- gépesített hegesztésre ad lehetőséget;
- védőgáz nélkül szabadban is (önvédő változatok);
- a varrat anyaga egyszerűen ötvözhető.

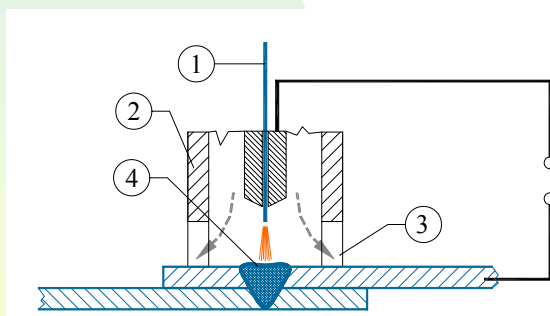
Hátrányai:

- a huzal költséges, a rézbevonat nélküli változatok korrózióra hajlamosak;
- a higiéniai feltételek rosszak (u. a. mint bevont elektródánál)
- minden esetben salakolás szükséges.

24

Ívponthegesztés

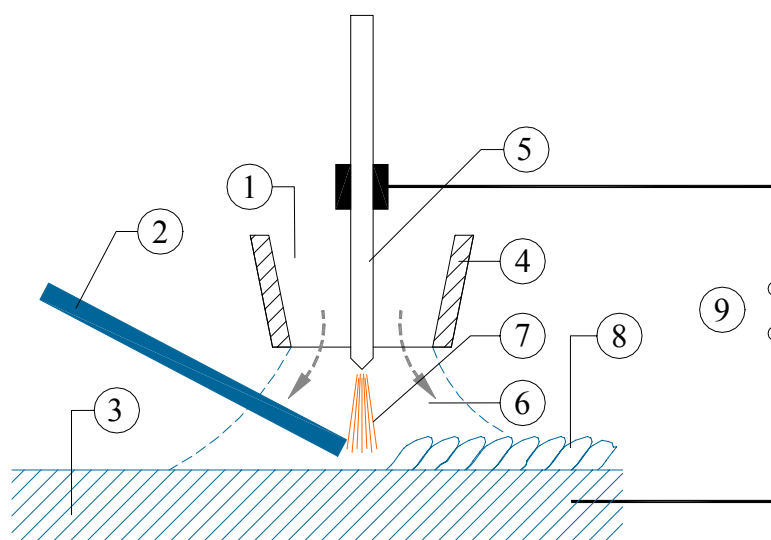
- Az AFI / CO₂ berendezés finomlemezeken (s = 0,5...4 mm) pontvarratok készítéséhez is alkalmas. Hegesztési idő beállítható, leteltével az ív kialszik. Egy oldalról hegeszthető.
- Elektróda: Ø 0,8...1,6 mm;
- Pontvarrat: Ø 12...20 mm.



- 1) elektróda
- 2) gázfúvóka
- 3) nyílás
- 4) pontvarrat

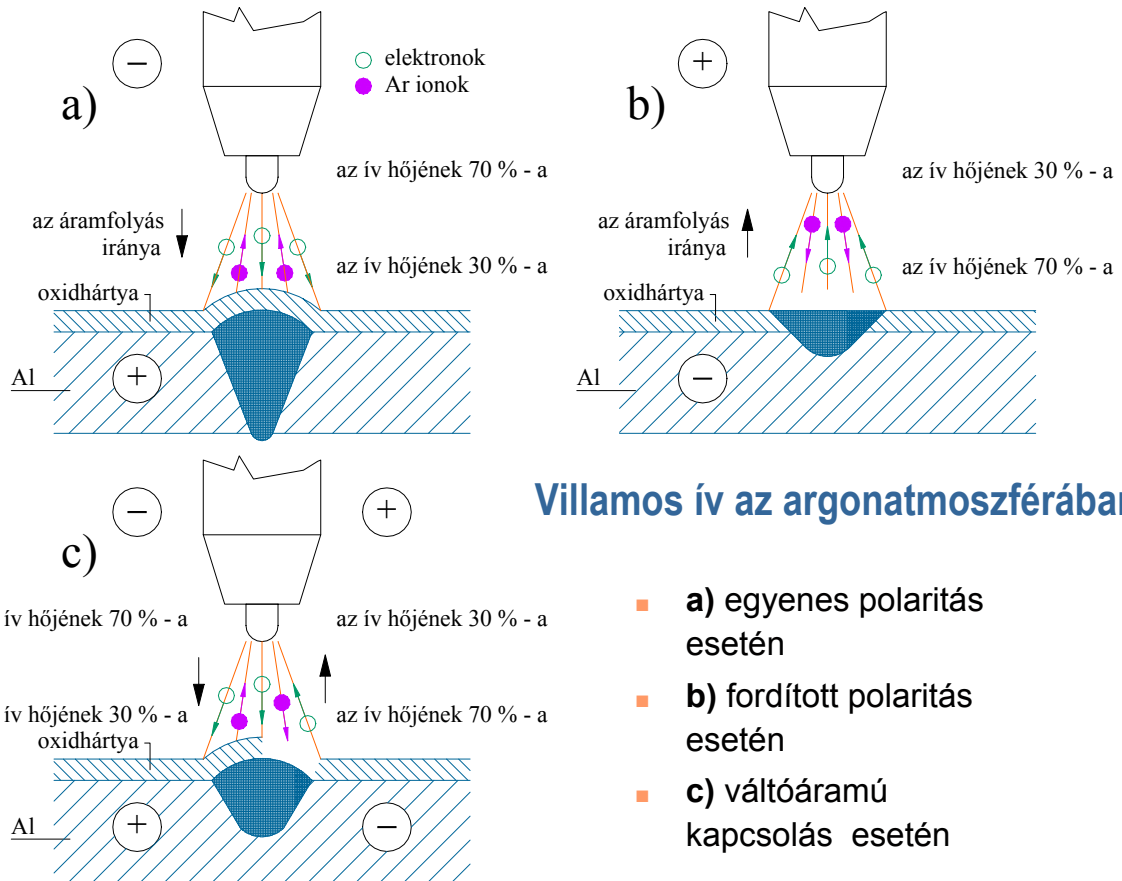
25

Az argonvédőgázos wolfrámelektródás ívhegesztés (AWI) vázlatja



- 1) argonbevezetés
- 2) hegesztőpálca
- 3) alapanyag
- 4) gázfúvóka
- 5) elektróda (wolfrám)
- 6) argon védőgáz
- 7) ív
- 8) varrat
- 9) áramforrás

26

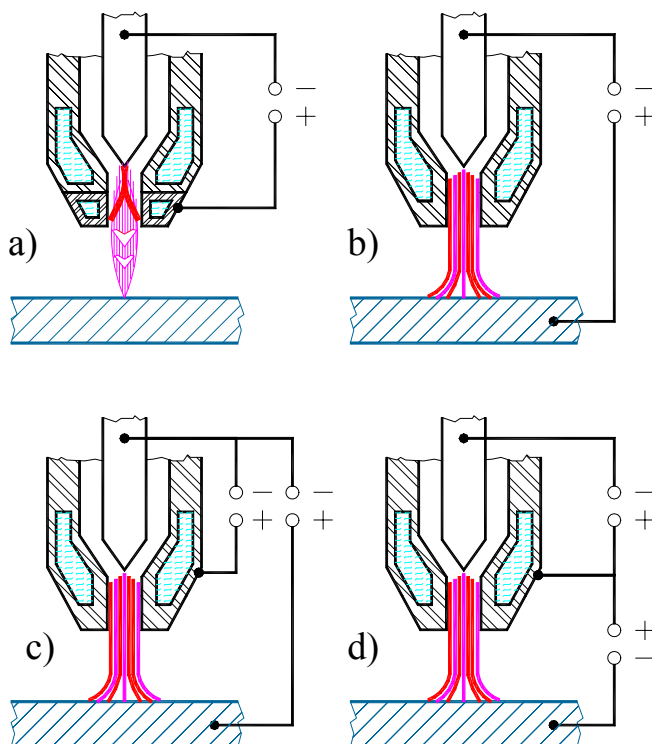


Villamos ív az argonatmoszférában

- a) egyenes polaritás esetén
- b) fordított polaritás esetén
- c) váltóáramú kapcsolás esetén

27

Plazmahegesztés



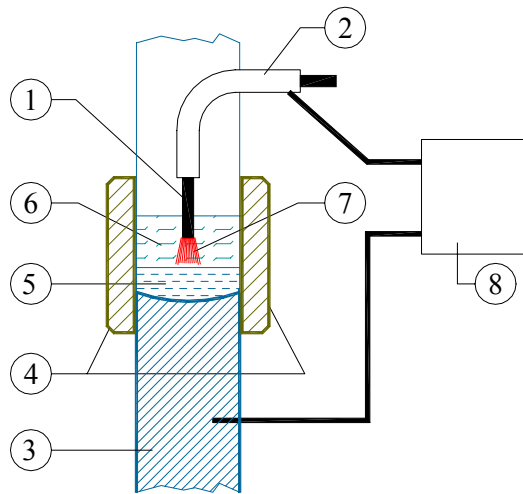
Plazmasugár:

elektronokból és pozitív ionokból álló magas hőmérsékletű (15000 - 30000 C⁰) gázsugár, minden anyagot képes megolvasztani, hegesztésre és vágásra is alkalmas. (v = 300 - 100 m/s)

- a) plazmasugár-hegesztés
- b) plazmaív-hegesztés
- c) és d) kombinált plazmahegesztés

28

Elektrogáz-hegesztés

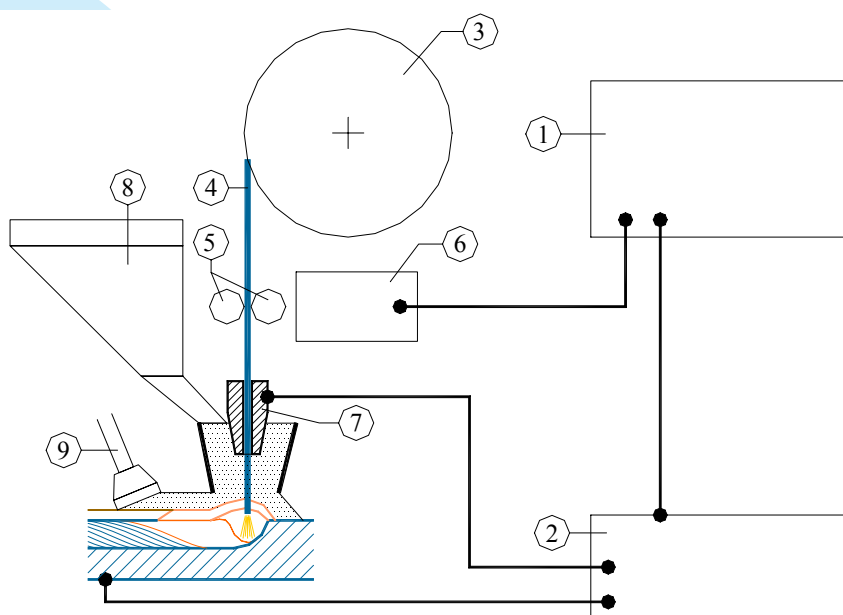


- 1) huzalelektroda
- 2) huzalvezető cső
- 3) varrat
- 4) vízhűtéses rézgyámok
- 5) hegfürdő
- 6) védőgáz
- 7) hegesztőív
- 8) áramforrás

- ◆ Elektroda: $D = 1,6 \dots 3,2$ mm tömör vagy porbeles.
- ◆ Védőgáz: széndioxid vagy argon - széndioxid keverék.

29

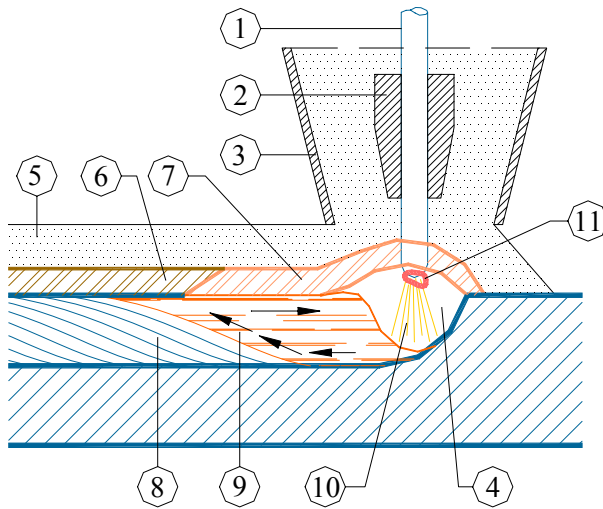
Fedettívű hegesztés



- 1) vezérlőegység
- 2) áramforrás
- 3) huzalelektroda-tekercs
- 4) huzalelektroda
- 5) előtoló görgők
- 6) előtoló egység
- 7) huzalvezető hüvely
- 8) fedőpor-adagoló tartály
- 9) visszazívó egység

30

Az ívkaverna és környezete

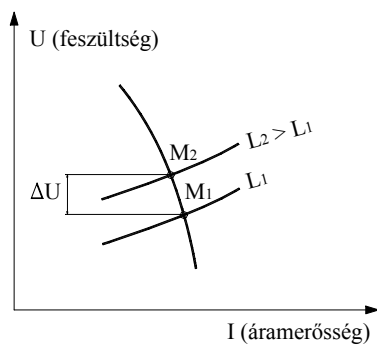


- 1) huzalelektroda
- 2) huzalvezető hüvely
- 3) fedőpor-adagoló tartály
- 4) ívkaverna
- 5) fedőpor
- 6) megdermedt salak
- 7) megolvadt salak
- 8) varrat
- 9) hegfürdő
- 10) hegesztőív
- 11) leváló fémcsepp

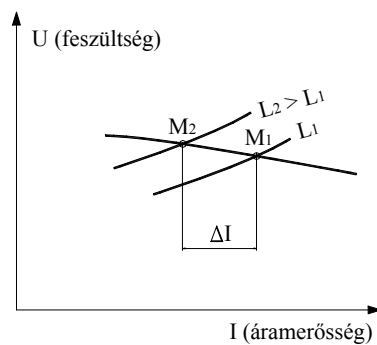
31

A fedettívű hegesztés jellemzői

■ áramerősség	I	= 100...5000	A
■ feszültség	U	= 20...50	V
■ hegesztési sebesség	v_{heg}	= 10...300	m/h
■ elektródakinyúlás	l	= 30...50	mm
■ huzalelektroda átmérője	d	= 1,2...12	mm
■ szalagelektroda szélessége	b	= 10...100	mm
■ szalagelektroda vastagsága	v	= 0,5...1,5	mm
■ fajlagos leolvadás		3...60	kg/h



a)



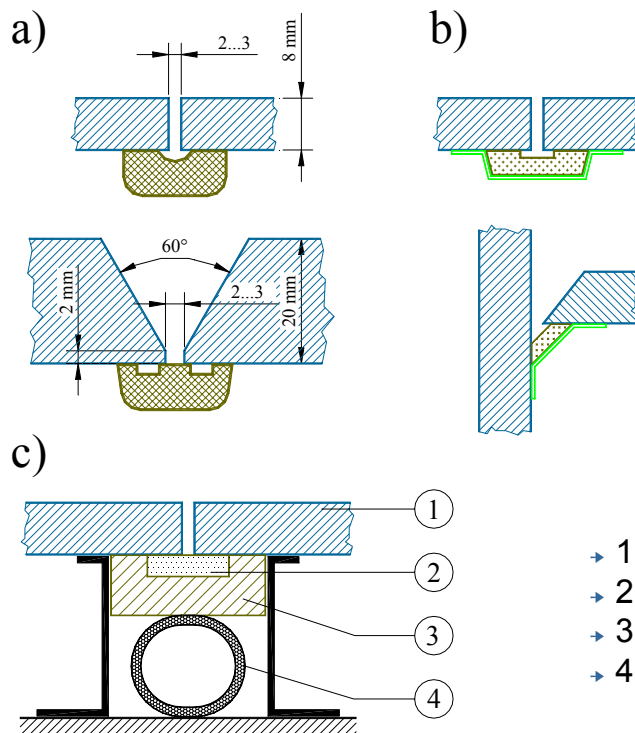
b)

■ Szabályozás

- ◆ a) külső szabályozás
- ◆ b) belső szabályozás

32

A hegfürdő megtartása

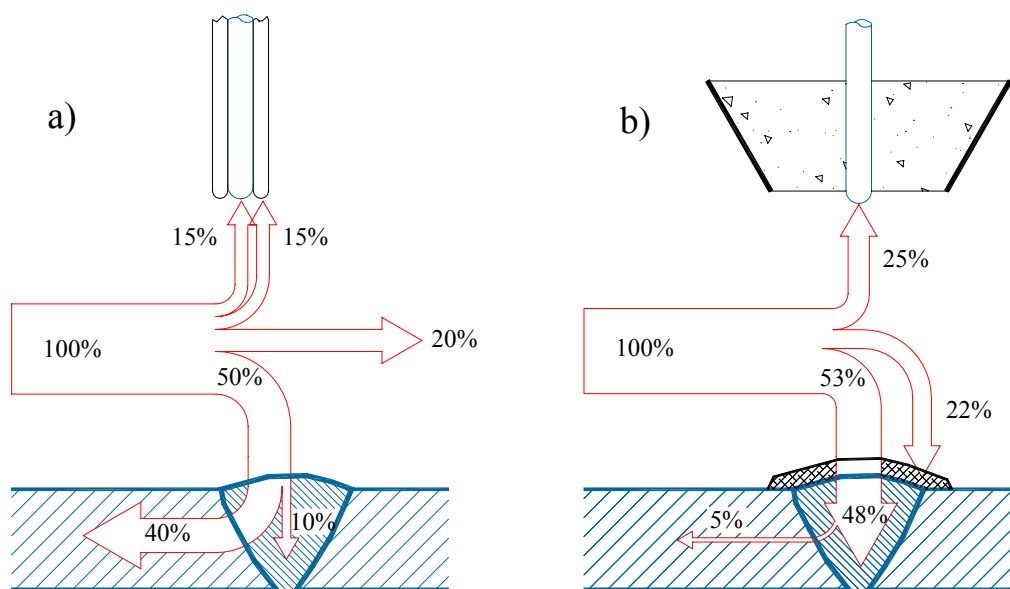


- a) kerámia fűrdőhatárolók
- b) öntapadós fóliára felvitt szinter fedőporalátétek
- c) hegfürdő megtartása rézsín és fedőpor segítségével

- 1) munkadarab
- 2) fedőpor
- 3) rézsín
- 4) gumitömítő

33

Hegesztőeljárások energia-hasznosításának összehasonlítása



- a) bevontelektrodás kézi ívhegesztés
- b) fedettívű hegesztés

34

Jellemzője: a szükséges hőmérsékletet a munkadarabokon átvezetett, ill. azokban indukált áramnak az átmeneti- és az anyagellenálláson fejlődő hője szolgáltatja. $Q = I^2 R \tau$ (J)

Előnyei:

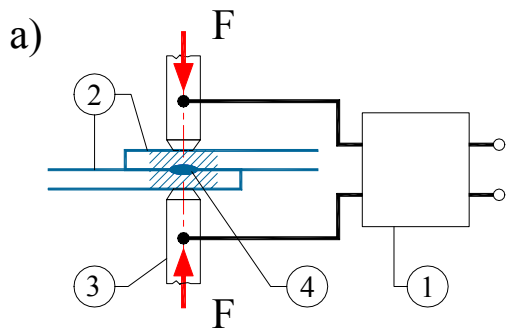
- az elemek mérete széles tartományban változhat
 - lemezek. $s = 0,005 \dots 30$ mm
 - rudak tompahegesztése: $D = 0,01 \dots 350$ mm
 - rudak keresztezett hegesztése: $D = 0,01 \dots 80$ mm
- egyenletes minőség
- hőhatásövezet kicsi, elhúzóadás jelentéktelen
- termelékeny, anyag- és energiatakarékos

Hátrányai:

- költséges berendezések
- karbantartás képzett munkaerőt igényel

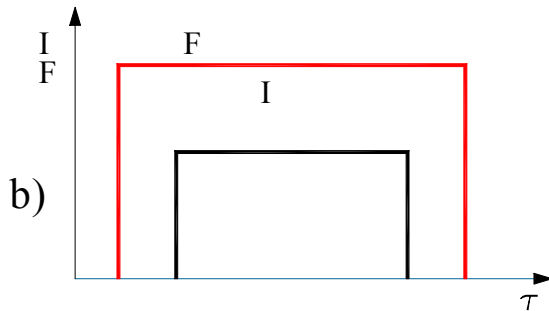
Az ellenállás-hegesztés eljárásváltozatai

- Ponthegesztés
- Vonalhegesztés
- Fóliás vonalhegesztés
- Dudorhegesztés
- Tompahegesztés
- Tárcsaelektrodás csőhegesztés
- Nagyfrekvenciás hegesztés



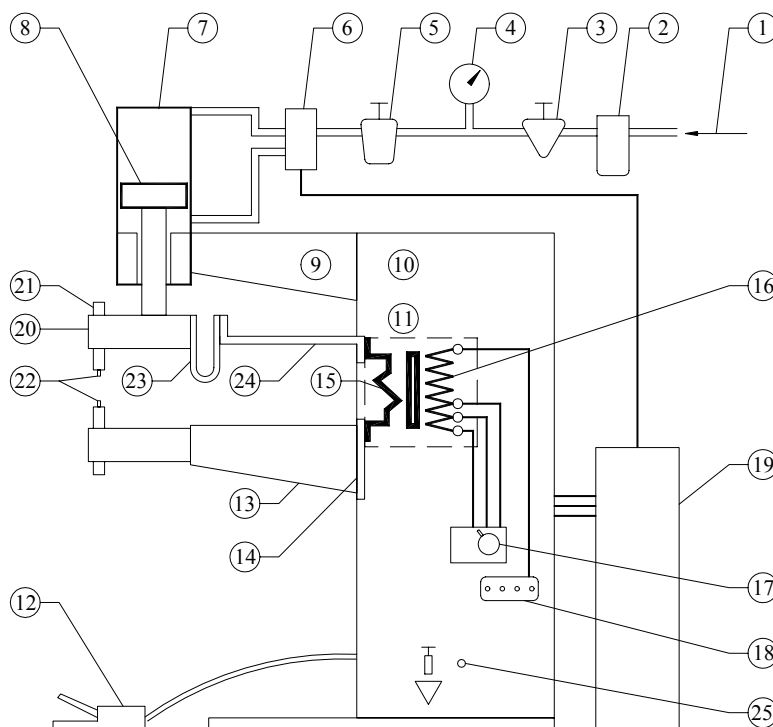
■ a) a ponthegeztés elve

- ◆ 1) áramforrás
- ◆ 2) alapanyag
- ◆ 3) elektróda
- ◆ 4) pontvarrat



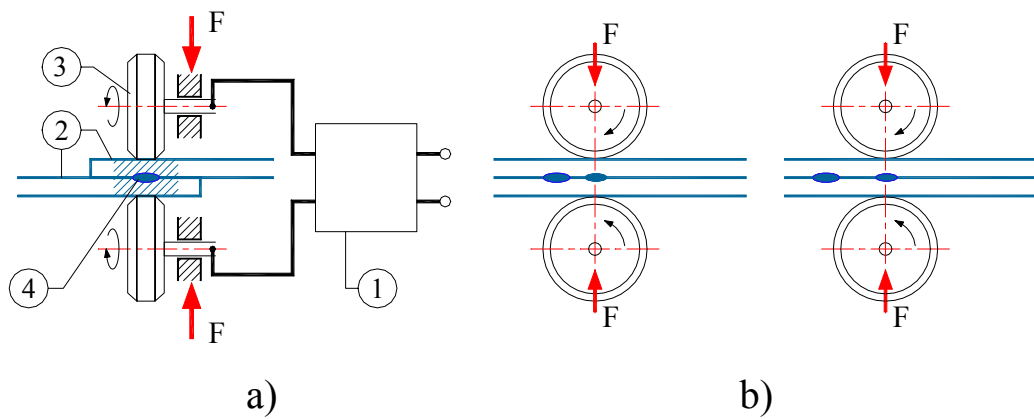
■ b) a ponthegeztés munkarendje

A ponthegeztő gép felépítése



- 1) sűrített levegő csatlakozás
- 2) szűrő
- 3) nyomáscsökkentő
- 4) nyomásmérő
- 5) kenőkészülék
- 6) elektromágneses szelep
- 7) léghenger
- 8) dugattyú
- 9) felső kar
- 10) állvány
- 11) transzformátor
- 12) lábkapcsoló
- 13) alsó kar
- 14) állvány
- 15) szekunder oldal
- 16) primer oldal
- 17) teljesítmény-szabályozó
- 18) kapcsolótábla
- 19) vezérlőszekrény
- 20) konzol
- 21) elektródatartó
- 22) elektródák
- 23) hajlékony vezeték
- 24) merev vezeték
- 25) vízhűtés

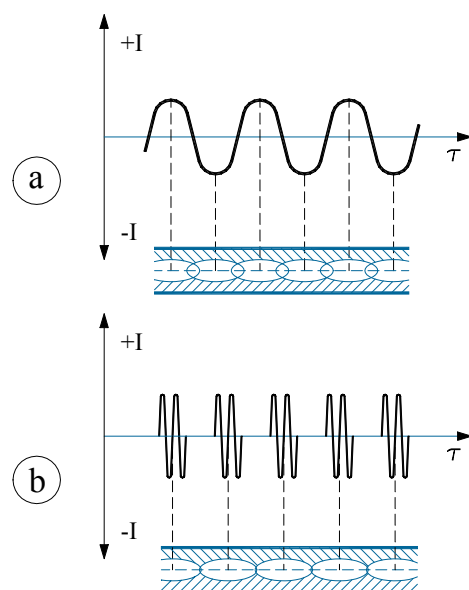
Vonalhegesztés



- a) a vonalhegesztés elve
 - ◆ 1) áramforrás
 - ◆ 2) alapanyag
 - ◆ 3) elektróda
 - ◆ 4) pontvarrat
- b) varratképződés vonalhegesztéskor

39

A vonalhegesztés áramprogramjai

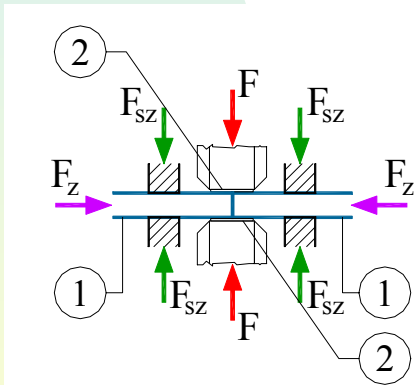


- a) folytonos áramú hegesztés
- b) impulzusos vonalhegesztés

40

Fóliás vonalhegesztés

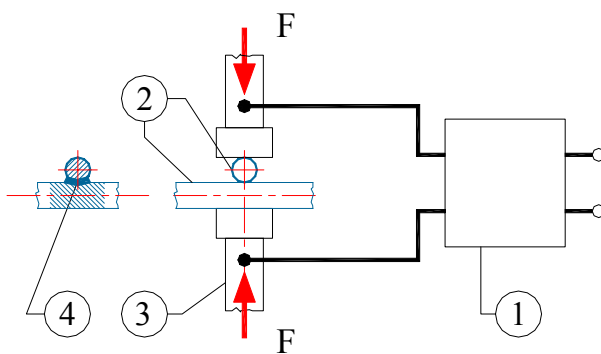
Vékony lemezek tompakötésére alkalmazzák olyan esetekben, amikor az átlapolt kötés nem engedhető meg (esztétikailag, korróziós veszély vagy egyéb ok miatt). Gátolt hőtágulás miatt zömítő nyomás (F_z) is fellép.



- 1) alapanyag
- 2) fólia

41

Dudorhegesztés

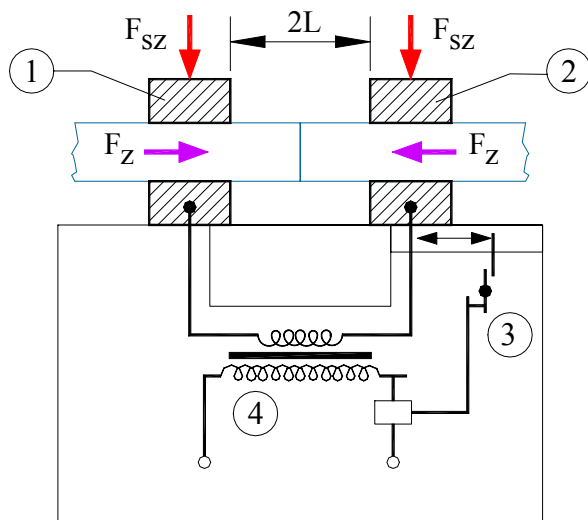


- 1) áramforrás
- 2) alapanyag
- 3) elektróda
- 4) pontvarrat

Fő alkalmazási terület:
◆ betonacél-hálók hegesztése

42

Zömítő tompahegesztés

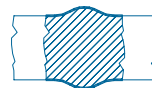
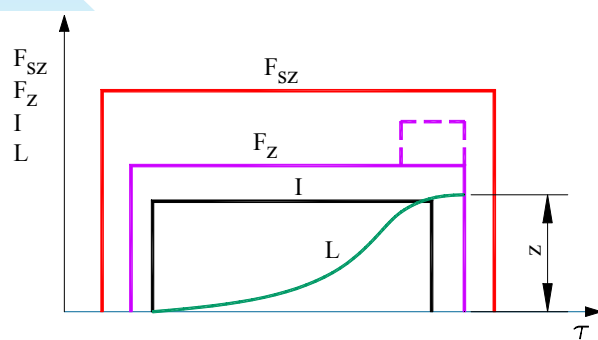


A zömítő tompahegesztés elve

- 1) álló befogópofa
 - 2) mozgó befogópofa
 - 3) kapcsoló
 - 4) transzformátor
- ◆ Huzalok, betonacélok és kis keresztmetszetű rudak illesztésére alkalmas

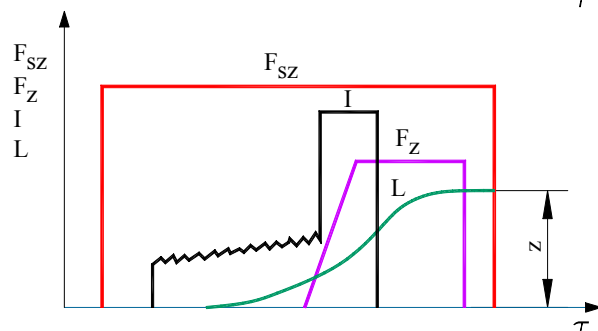
43

A zömítő és a leolvasztó tompahegesztés munkarendje



a)

- a) zömítő
- b) leolvasztó

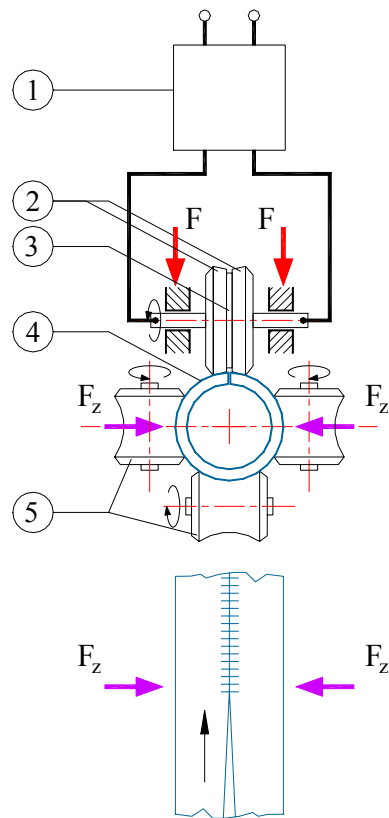


b)

- ◆ F_{sz} : szorító erő
- ◆ F_z : zömítő erő
- ◆ I: áramerősség
- ◆ L: hosszváltozás

44

Tárcsaelektrodás csőhegesztés



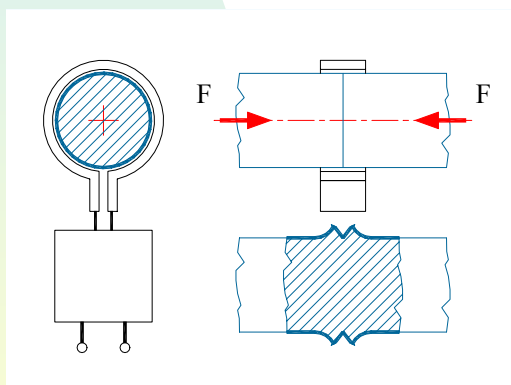
- 1) áramforrás
- 2) elektródagörgők
- 3) szigetelés
- 4) munkadarab
- 5) görgők

45

Nagyfrekvenciás hegesztés

Alapelv:

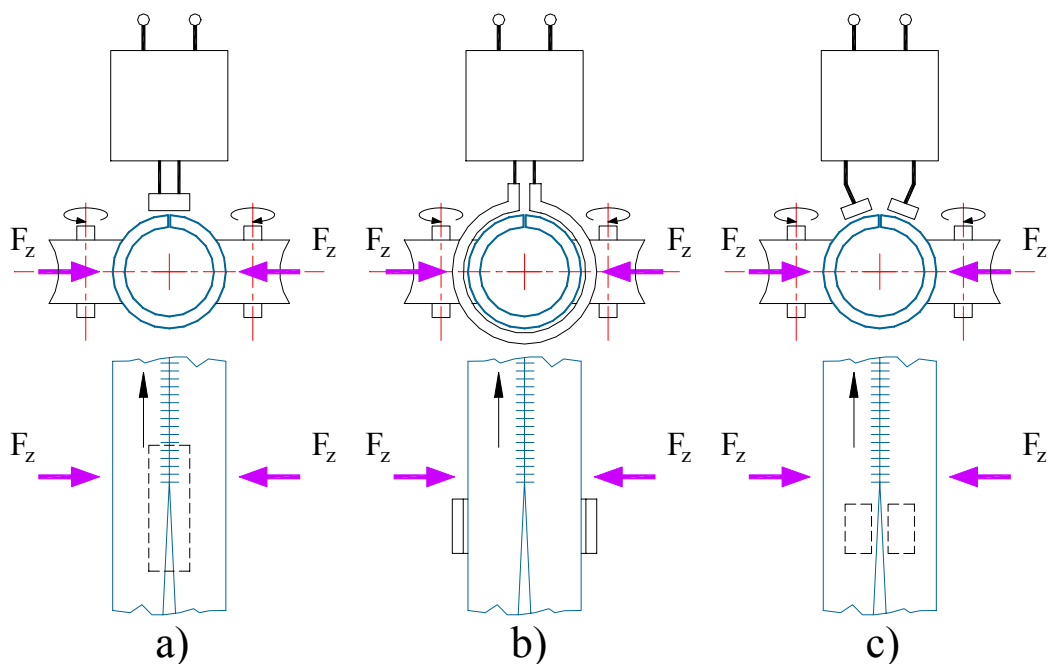
A frekvencia növelésével az áramsűrűség és a hőmérséklet is növekszik. Az áram bevezethető kontaktusos (érintkezéssel) vagy induktív (érintkezés nélküli) módon.



- nagyfrekvenciás tompahegesztés

46

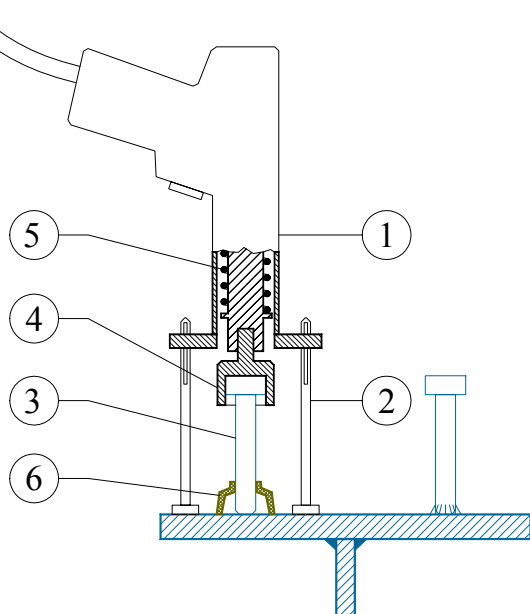
Nagyfrekvenciás csőhegesztések



- a) vonalinduktoros
- b) tekercsinduktoros
- c) közvetlen betáplálású

47

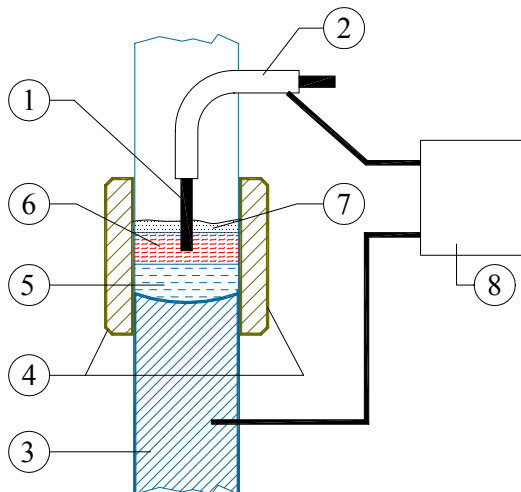
Csaphegesztés



- 1) csaphegesztő pisztoly
- 2) távolságtartó láb
- 3) csap
- 4) befogófej
- 5) rugó
- 6) kerámia gyűrű
 - ◆ megakadályozza a fröcskölést
 - ◆ koncentrálna az ív hőjét
 - ◆ eltakarja az ívet (nem kell pajzs)

48

Salakhegesztés



- 1) huzalelektroda
- 2) huzalvezető cső
- 3) varrat
- 4) vízhűtéses rézgyámok
- 5) hegfürdő
- 6) salakfürdő
- 7) hegesztőpor
- 8) áramforrás

- ◆ Elektroda: D = 2...4 mm tömör vagy porbeles.
- ◆ Hegesztőpor: különleges, a hegesztés hőmérsékletén meghatározott vezetőképességű és viszkozitású legyen.

49

Aluminotermikus (AT) hegesztés

A hegesztés elve

Az alumínium a fémek oxidjait hőfejlődés közben redukálja:



A reakció rövid idő alatt (20...50 s), igen magas hőmérsékleten (> 3000 C⁰) játszódik. Beindítása termitgyújtóval történik (~ 2000 C⁰). Ötvözés és hűtés elengedhetetlen.

A hozanyag

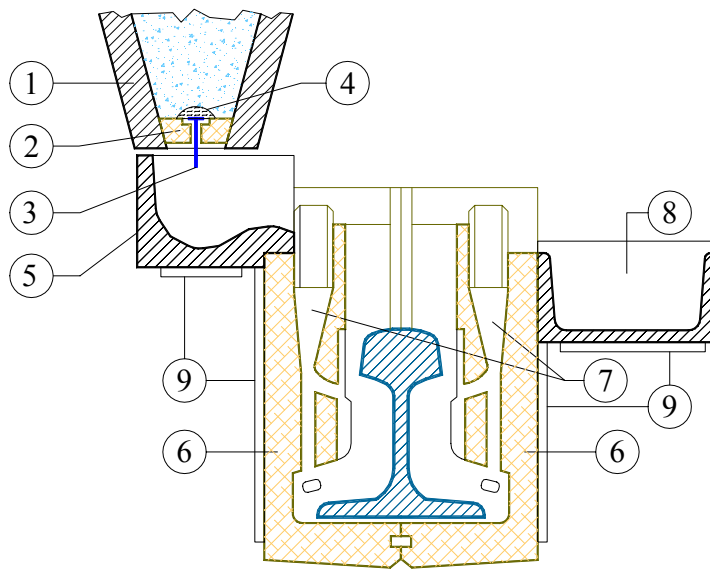
- ◆ finomhengerművi reve (tisztított, pörkölt, aprított, ismert vegyi összetételű, 0,15...1,8 mm szemcse nagyság)
- ◆ alumínium-dara (0,2...1,0 mm szemcse nagyság)
- ◆ ötvözők (mangán, ferroötvözetek)
- ◆ hideganyag (a reakcióidő szabályozására ill. az ömledék szaporítására huzal- vagy szegnyiradék)

A homokforma

szilárd és hőálló legyen. (A szilícium a homokformából kerül a varratba.)

50

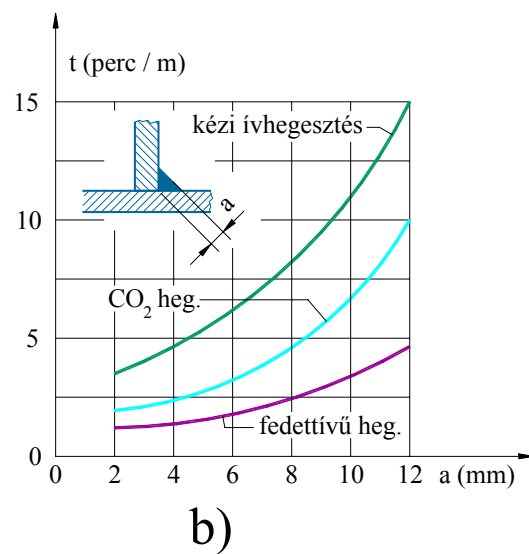
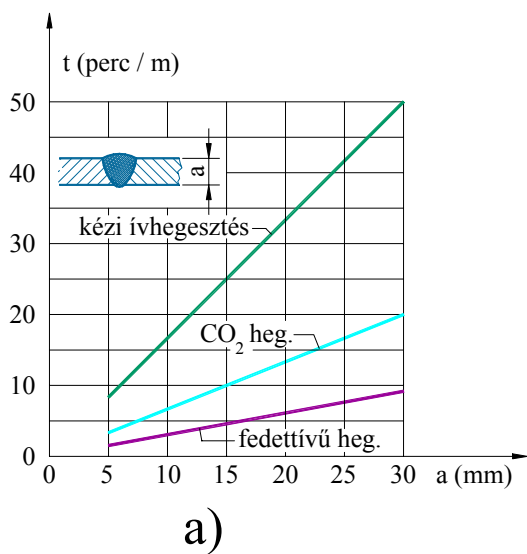
AT - sínhegesztés



- 1) reakcióüst
- 2) cserélhető aljzat
- 3) csapolószeg
- 4) azbeszt hőszigetelés
- 5) öntőcsésze
- 6) homokforma
- 7) beömlőcsatorna
- 8) salakcsésze
- 9) támasztó- és szorító elemek

51

Hegesztési teljesítmények



- 1 m varrat elkészítéséhez szükséges (átlagos) hegesztési idők
 - ◆ a) tompavarratoknál
 - ◆ b) sarokvarratoknál

52