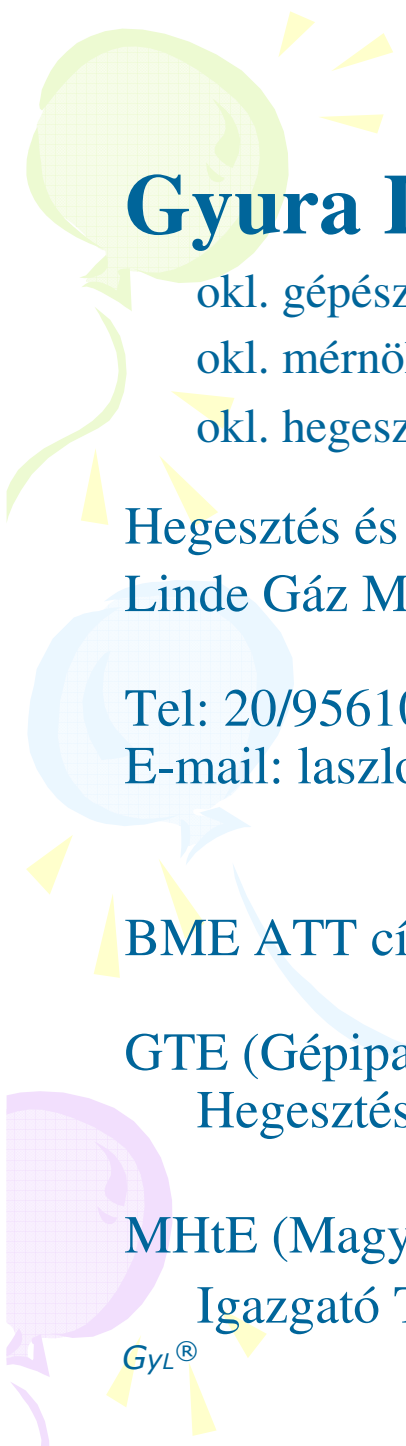




Hegesztés biztonságtechnikája

Gyura László



Gyura László

okl. gépészmérnök,

okl. mérnöktanár

okl. hegesztő szakmérnök (I/EWE)

Hegesztés és szolgáltatás menedzser

Linde Gáz Magyarország Zrt. (1097 Bp. Illatos út 9-11.)

Tel: 20/9561050, 1/3474785

E-mail: laszlo.gyura@hu.linde-gas.com

BME ATT címzetes adjunktus –mester oktató, (külső óraadó)

GTE (Gépipari Tudományos Egyesület) Hegesztési Szakosztályának titkára
Hegesztés Biztonságtechnikája Albizottsági tag

MHtE (Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés)

Igazgató Tanács tagja

GyL[®]

A tárgy célja, eszközei:

- Legfontosabb hegesztési eljárások alapelveinek megismerése (hegesztés és rokoneljárásai: keményforrasztás, vágás,...)
- A hegesztésnél felmerülő biztonságtechnikai, munkavédelmi kérdések, szempontok áttekintése
- Alapeljárások gyakorlati bemutatása

Tankönyv: Dr Karsai István: Hegesztés biztonságtechnikája

(HBSZ:Hegesztési Biztonsági Szabályzat 143/2004 GKM rendelet)

Alapfogalmak – Személyi feltételek:

4. SZEMÉLYI KÖVETELMÉNYEK

4.1. Hegesztést önállóan végezhet, aki

- betöltötte a 18. életévét, és
- a feladat elvégzésére a vonatkozó jogszabály szerint előzetes és időszakos munkaköri orvosi vizsgálat alapján alkalmas, és
- államilag elismert hegesztői képesítéssel és tűzvédelmi szakvizsgával rendelkezik.

4.2. Hegesztő szakmunkás tanulók, illetve különféle hegesztő eljárások gyakorlati oktatásán résztvevők csak az eljárásnak megfelelő elméleti és gyakorlati képesítéssel rendelkező személy felügyelete mellett foglalkoztathatók.

4.3. Gázpalackot és acetilénfejlesztő-készüléket az kezelhet, akivel az ehhez szükséges ismereteket a munkáltató oktatás keretében elsajátította.

Minősítés –minősített hegesztő (elsősorban a kézi eljárások esetében):

Egy adott eljárásra, adott alap-, és hegesztőanyagra, adott lemezvastagság tartományban, adott kötéstípusra elvégzett gyakorlati és elméleti vizsga – csak 2+2 évre szól, félévente munkáltatónak (pl. heg. felelős) hosszabbítani kell, és egyszer a kiadó szervezet (pl. TÜV, MHtE) hosszabbíthat.

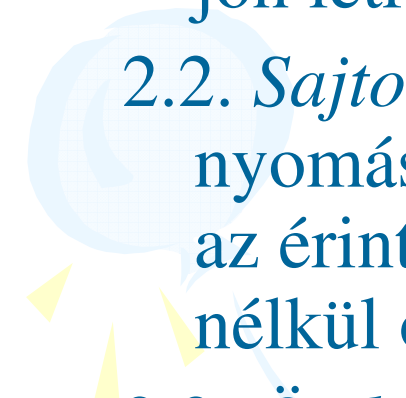
Hegesztés személyi irányítása (EWF):

- Hegesztő szakmérnök – E/IWE
- Hegesztő technológus –E/IWT
- Hegesztő specialista –E/IWS
- Hegesztő mester – E/IWP



Alapfogalmak (HBSZ):

2.1. *Hegesztés*: Munkadarabok egyesítése hővel, nyomással vagy mindkettővel, amelynek során az anyagok természetének megfelelő fémes kapcsolata jön létre, illetve a termikus vágás és darabolás.



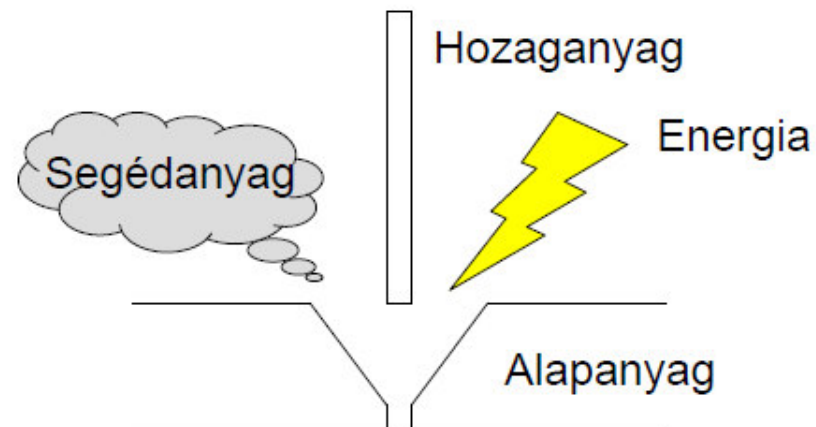
2.2. *Sajtoló hegesztés*: A hegesztendő darabok nagy nyomással vagy ütéssel történő egyesítése úgy, hogy az érintkező fémesen tiszta felületek hozaganyag nélkül összehegednek.



2.3. *Ömlesztő hegesztés*: A kötés a hegesztendő anyagok összeolvasztása és a varratanyag kikristályosodása következtében alakul ki.

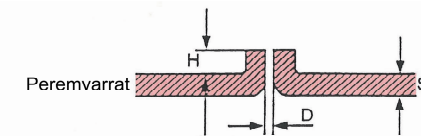
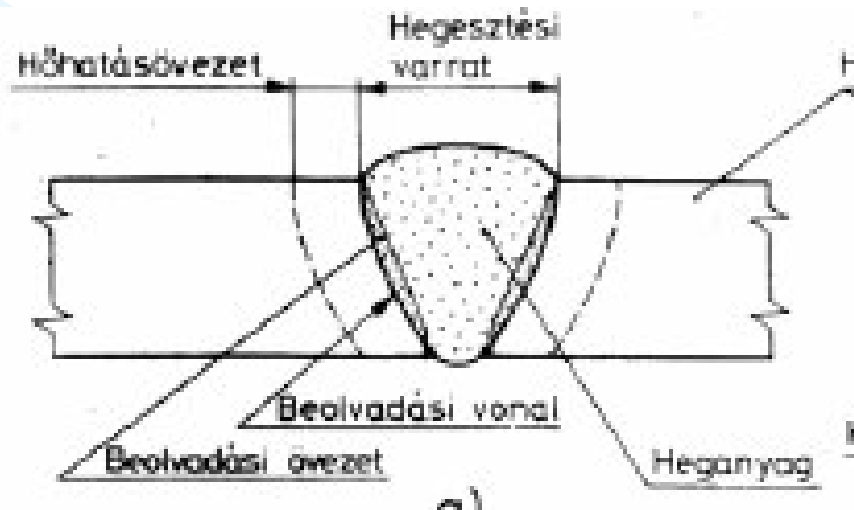
Alapfogalmak (ömlesztő heg.):

- **Kötő hegesztés:** 2 vagy több darab „egyesítése”
- **Felrakó hegesztés:** egy darab felületének felhegesztése (pl. javítási, vagy felület tulajdonság megváltoztatás, stb. céljából)
- **Hegesztő anyag:** („hozaganyag”) a varrat kitöltésére
- **Korona oldal:** Varrat felső része a hőbevitel felől
- **Gyök oldal:** a hőbevitellel ellentétes oldal (a varrat „hátsó/alsó” része)
- ...



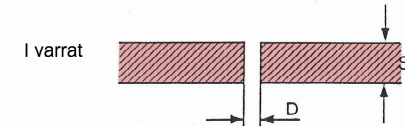
Alapfogalmak (öml. hegesztés):

- **Varrat típus:** a teljes keresztmetszetű átolvadás biztosítása érdekében kialakított lemez élek szerint (pl. „I”, „V”, „X”, „U”, sarok stb.)

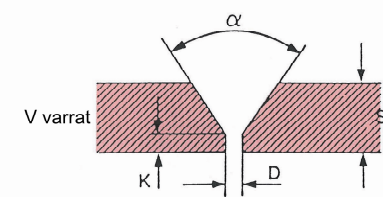


Méreték

Alumínium	Rozsdamentes acél
$S \leq 3$	$S \leq 2$
$H = 1,5 \times S$	$H = 1,5 - 2$
$D = 0 - 0,5$	$D = 0 - 0,5$

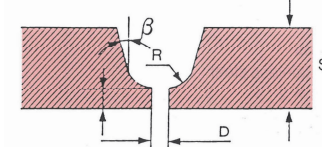


Alumínium	Rozsdamentes acél
$S \leq 4$	$S = 1 - 3$
$D = 0 - 1$	$D = 0 - 2$



Alumínium	Rozsdamentes acél
$S = 5 - 12$	Nincs illesztési hézag
	Van illesztési hézag
	$S = 4 - 6$
	$6 - 15$

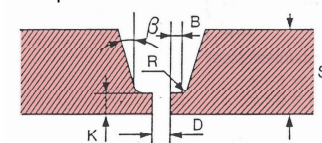
U varrat



Méreték

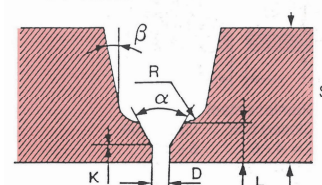
Alumínium	Rozsdamentes acél
$S \leq 10$	$S = 6 - 30$
$D = 0$	$D = 0 - 0,3$
$R = 6$	$R = 6$
$K = 2 - 3$	$K = 1,5 - 2$
$\beta = 12 - 15^\circ$	$\beta = 10^\circ$

Speciális varrat



$S = 6 - 30$
$D = 0 - 0,3$
$R = 2 - 3$
$B = 3$
$K = 2 - 3$
$\beta = 10^\circ$

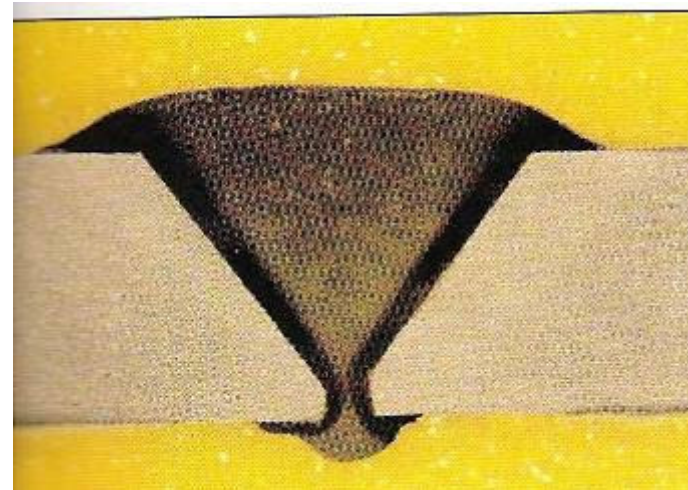
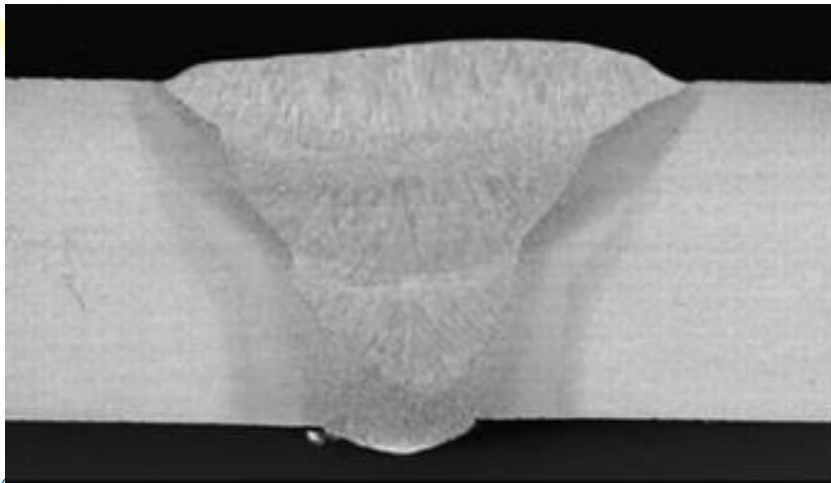
UV varrat



$S \geq 16$
$D = 2 - 3$
$R = 6$
$K = 1 - 1,5$
$L = 4$
$\alpha = 60^\circ$
$\beta = 10^\circ$

Alapfogalmak (hegesztés/forrasztás):

- **Hegesztés:** kohéziós kapcsolat jön létre a darabok között (az atomok rácsparaméternyi távolságra kerülnek), az alapanyag is megolvad
- **Forrasztás:** az alapanyag nem olvad meg, csak a forraszanyag, diffúziós, adhéziós kapcsolat (keményforrasztás $>450^{\circ}\text{C}$, lágyforrasztás $<450^{\circ}\text{C}$)



Alapfogalmak:

Ömlesztő hegesztés „hőforrásai”:

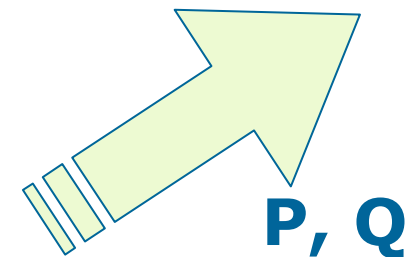
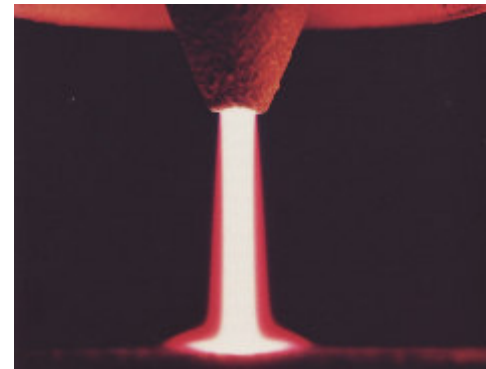
Gázláng (autogén eljárások)

Elektromos ív (ívhegesztések)

Plazma ív

Lézer

...



Hegesztés veszélyforrásai:

- A hegesztéssel (vagy rokon eljárással) **közvetlenül kapcsolatba hozható veszélyek**, mint pl. az ergonómia (fizikai terhelés, testhelyzet, klíma stb.) a keletkező füst és gázok, valamint por, a fénysugárzás, forró (akár folyékony) fémcseppek és/vagy salak, villamos áram, elektromágneses tér, forró felületek, láng stb.
- hegesztéssel (és rokon eljárásaival) összefüggő, **általános tevékenységek veszélyei**, mint pl. a köszörülés okozta zaj, szikra, por, rezgés, vagy a felülettisztítással járó veszélyek, mint a veszélyes (vegyi) anyagok használata, éles sarkok stb.

Hegesztés veszélyforrásai:

- *A hegesztéssel (és rokon eljárásaival) összefüggő, a **művelettel kapcsolatos tevékenységek veszélyei**, mint a salakolással járó szilárd, olykor folyékony és forró részecskék, ezek nagy sebesség repülése, valamint a zaj, vagy a gázpalackok kezelésével járó veszélyek, mint a nagynyomású palackokban tárolt veszélyes anyagok, de ide sorolhatjuk a hegesztőanyagok szárításával járó veszélyeket, mint a forró felületek érintése.*
- ***munkavégzés környezetéből eredő veszélyek**, mint például a veszélyes, érzékeny környezetben végzett munka során keletkező robbanás- és tűzveszély, vagy a szűk, zárt térben végzett munka során fennálló fokozott áramütés-, illetve a füst- és gáz expozíció veszélye*

A potenciális kockázatok azonosítása:

Veszély	Ártalom	Anyagi kár
Ergonómiai veszély	Izom- és csontbetegségek	
	Törés	
Por	Tüdőbetegség	Kormozódás
	Szem irritáció	
Por és füst	Tüdőbetegség	Kormozódás
	Mérgezés	
	Szem irritáció	
Füst, gázok, gőzök és/vagy porok (robbanásveszélyes, gyúlékony, mérgező, fullasztó stb.)	Tüdőbetegség	Kormozódás
	Mérgezés	
	Égés és forrázás	
	Szem irritáció	
Fénysugárzás	Égési sérülés (leégés)	Érzékeny alkatrészek törékenysége
	Vakság	
	Hegesztő szem	
Forró, folyékony fém, fröcskölés és/vagy salak	Égési sérülés	Tűz
	Szemsérülés	Kis olvadáspontú komponensek megolvadása, odaragadása

A veszélyek elhárítása:

Veszély	Megelőzés
Ergonómiai veszély	Túl nagy meleg vagy hideg, huzat és kényelmetlen testhelyzet kerülése
	Ergonómikus eszközök (hegesztőpajzs, -pisztoly, szerszám stb.) alkalmazása
Por	Megfelelő szellőzésről, illetve por/füst elszívásról gondoskodni
	Egyéni védekezés (friss levegős készülékkel kombinált hegesztőpajzs használata, pontelszívás karral vagy a hegesztőpisztolyba integrál szívófejjel) vagy általános védekezés (a munkaterület szellőztetése, külső munkavégzés stb.).
Por és füst	Megfelelő szellőzésről, illetve por/füst elszívásról gondoskodni
	Egyéni védekezés (friss levegős készülékkel kombinált hegesztőpajzs használata, pontelszívás karral vagy a hegesztőpisztolyba integrál szívófejjel) vagy általános védekezés (a munkaterület szellőztetése, külső munkavégzés stb.).
	Víz alatti munkavégzés (pl. plazmavágás)

A veszélyek elhárítása:

Füst, gázok, gőzök és/vagy porok
(robbanásveszélyes, gyúlékony, mérgező,
fullasztó stb.)

Megfelelő szellőzésről, illetve por/füst
elszívásról gondoskodni

Egyéni védekezés (friss levegős készülékkel
kombinált hegesztőpajzs használata, pontelszívás
karral vagy a hegesztőpisztolyba integrált
szívófejjel) vagy általános védekezés (a
munkaterület szellőztetése, külső munkavégzés
stb.).

Víz alatti munkavégzés (pl. plazmavágás)

Gondoskodni kell a gázrendszer elemeinek
tömítettségéről (gázpalack, szelepek,
nyomáscsökkentők, elosztó rendszerek, csövek,
tömlők, szerelvények stb.).

Meg kell előzni a gázok veszélyes mértékű
felgyülemelését (elszívással, a felesleges gáz
elégetésével).

Fénysugárzás

Hegesztő pajzs, hegesztő szemüveg, árnyékoló
falak

Az egész testet borító védőöltözet

Hegesztő függöny, nem tükröződő felületek

A veszélyek elhárítása:

Forró, folyékony fém, fröcskölés és/vagy salak	Bőrkötény, bőrkesztyű, zárt, biztonsági cipő
	Gyúlékony, éghető anyagok eltávolítása, letakarása vagy védelme
	Tűzoltó készülék és tűzőr
Forró felületek	Bőrkötény, bőrkesztyű, zárt, biztonsági cipő
	Hűtés
Villamos áram	Megfelelően karbantartott hegesztőgép (biztonsági felülvizsgálat)
	Megfelelően előkészített hálózati csatlakozás
	Megfelelő hegesztőgép (IPXY, védettség!)
	Védő (szigetelő) öltözet (cipő, kesztyű stb.)
Villamos áram veszélyes környezetben	L. az előző pontban +
	Megfelelő hegesztőgép (S)
	Akkumulátoros, vagy sűrített levegős szerszámok, szigetelő transzformátor
	Szigetelő térdeplő/takaró

A veszélyek elhárítása:

Láng	Védő (lángálló) öltözet
	Gyúlékony, éghető anyagok eltávolítása, letakarása vagy védelme
	Tűzoltó készülék és tűzőr
Repülő részecskék	Védőöltözet (biztonsági szemüveg, zárt biztonsági cipő)
Szikra	Bőrkötény, bőrkesztyű, zárt biztonsági cipő
	Gyúlékony, éghető anyagok eltávolítása, letakarása vagy védelme
	Tűzoltó készülék és tűzőr
Zaj	Mérséklet zajú gépek, műszaki zajvédelem
	Hallásvédő eszközök
Veszélyes anyagok	A veszélyre utaló jelek figyelembe vétele
Robbanásveszélyes atmoszféra	Gondoskodni kell a gázrendszer elemeinek tömítettségéről (gázpalack, szelepek, nyomáscsökkentők, elosztó rendszerek, csövek, tömlők, szerelvények stb.).

Munkahelyi követelmények

Helyszín:

- talajszint alatt tilos $\rho > 1$ éghető gáznál
- padlószint alatti terek esetén csak folyamatos gázérzékeléssel
- nyíltívű hegesztésnél térelválasztó:
 - sugárzást elnyelő
 - nem éghető
 - rögzíthető
 - min 150mm, 1800mm magas



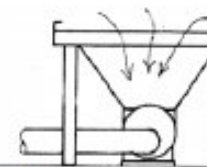
- előírászerű padozat:
 - csúszásmentes
 - egyenletes felületű
 - nem éghető anyagú

- telepített munkahelynél min 4 m²
- anyagok, eszközök elhelyezhetőségét biztosítva
- megvilágítás erőssége $E_{\min} = 300$ [lux]

Világítás:

Klíma:

- szellőztetés:
 - természetes
 - mesterséges (helyi elszívás)
(előmelegített levegővisszapótlással)

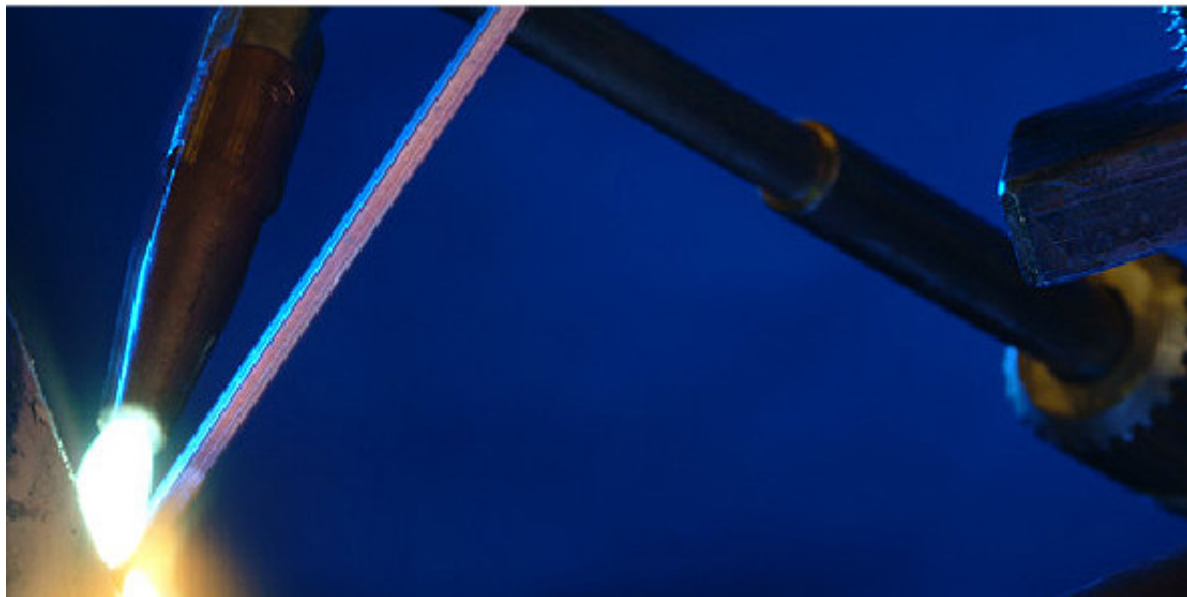
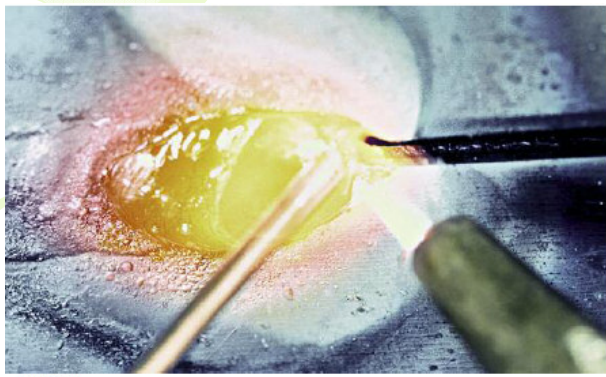


- huzatmentes kialakítás: nem befolyásolva:
 - techn paramétereket
 - heg közérzetét

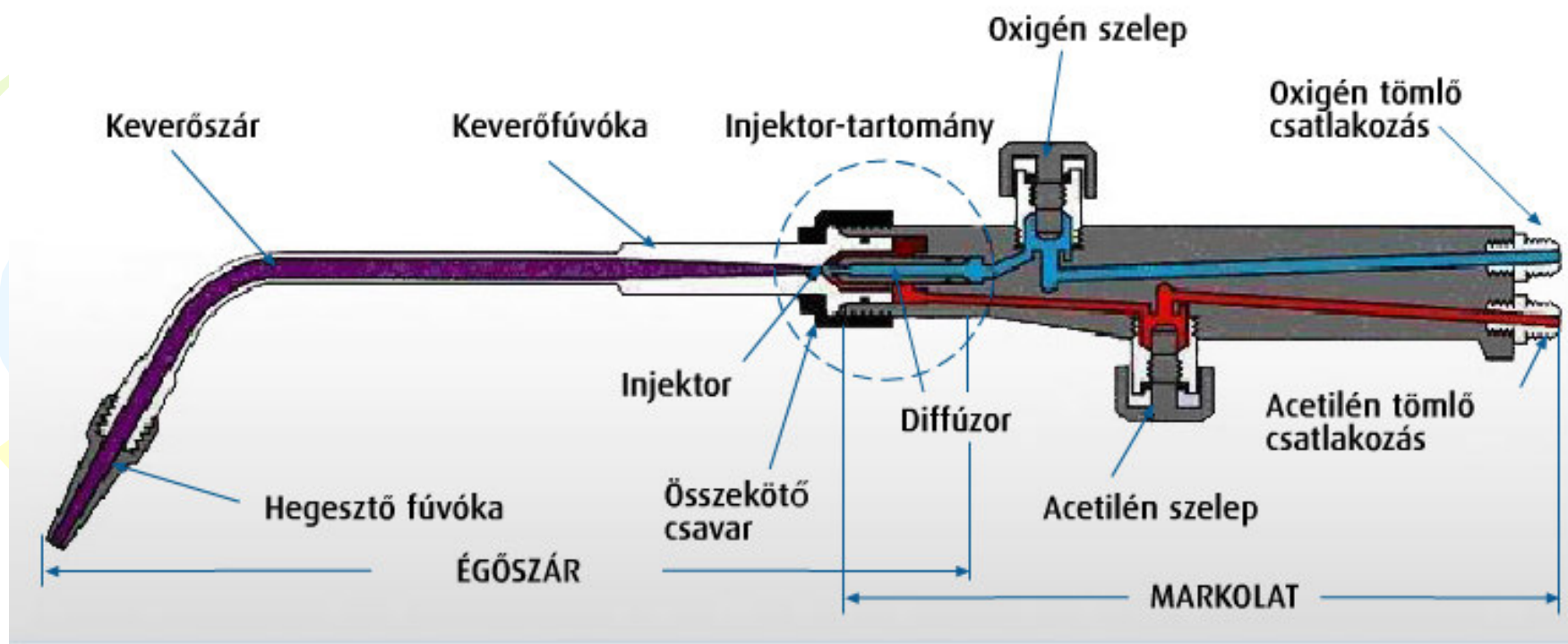
Példa a munkahely kialakításra



Lánghegesztés:

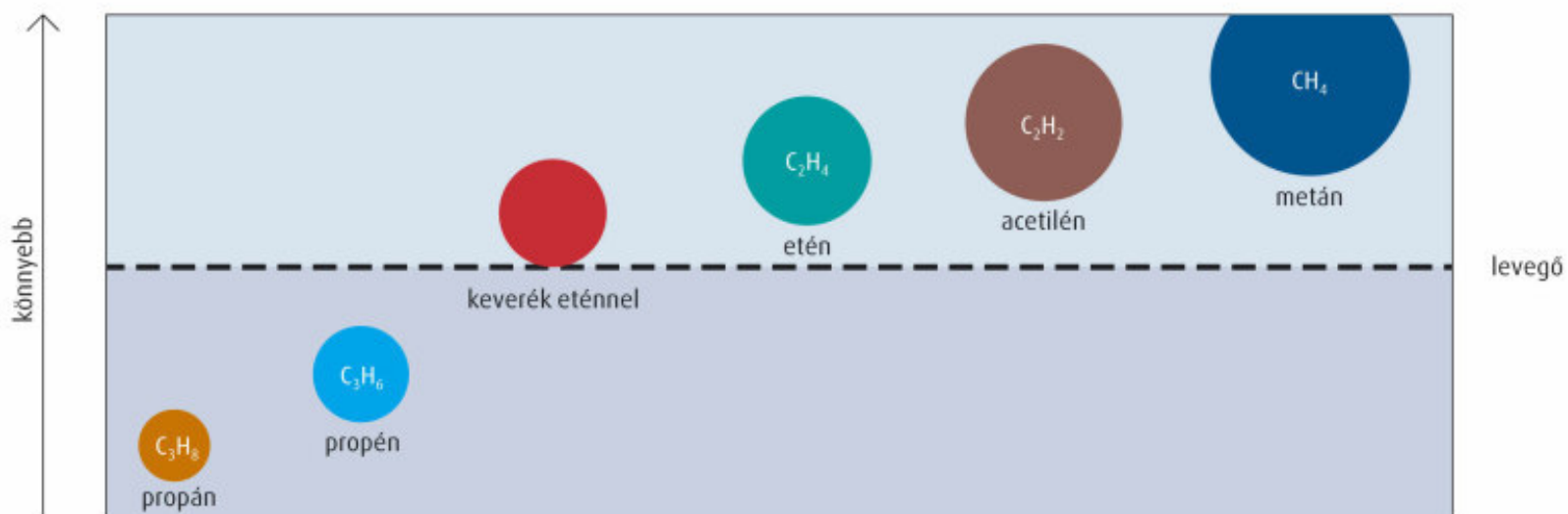


Lánchegesztés: pisztoly/égő



Lángtechnológiák gázai

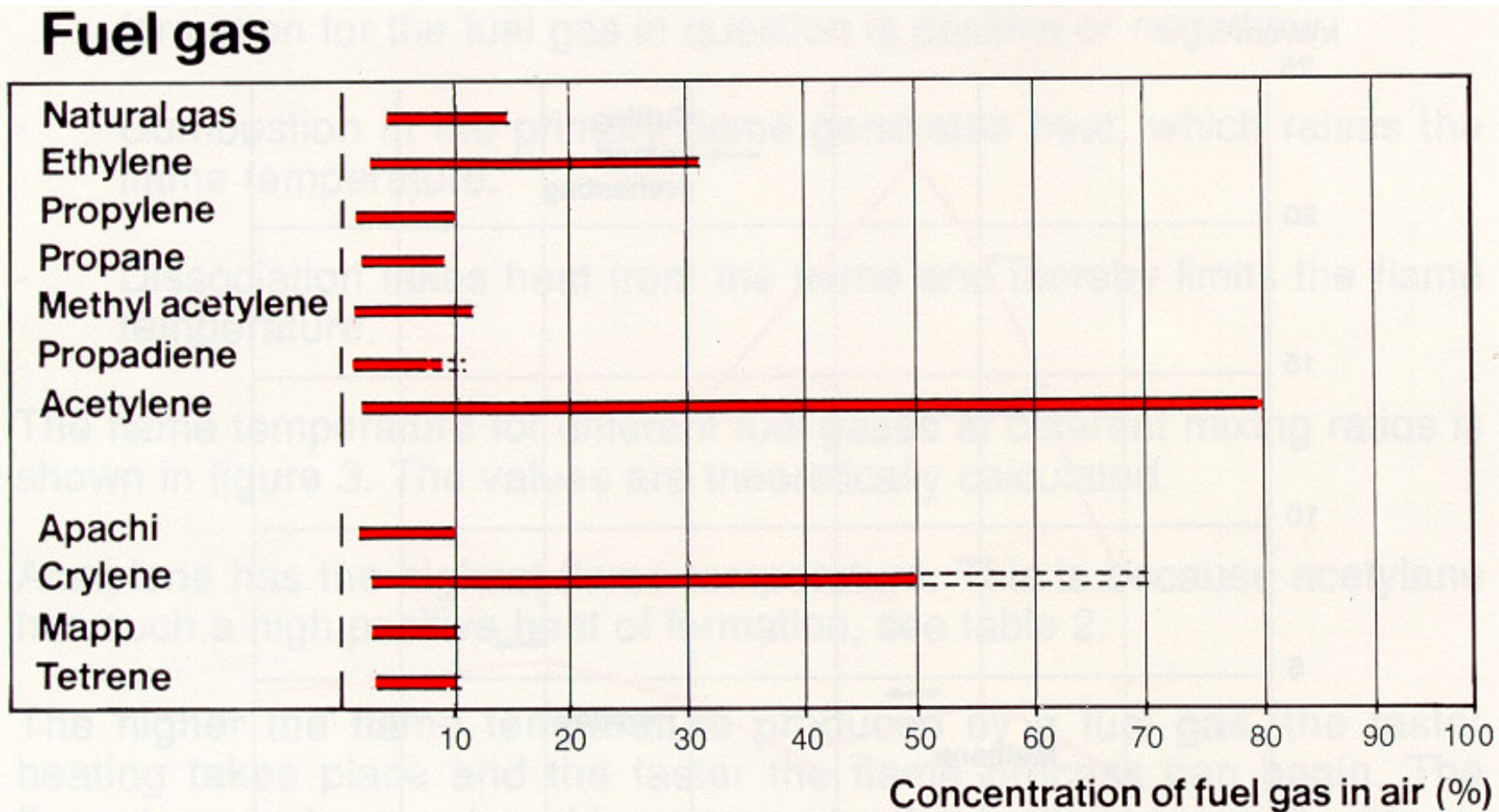
Égőgázok:



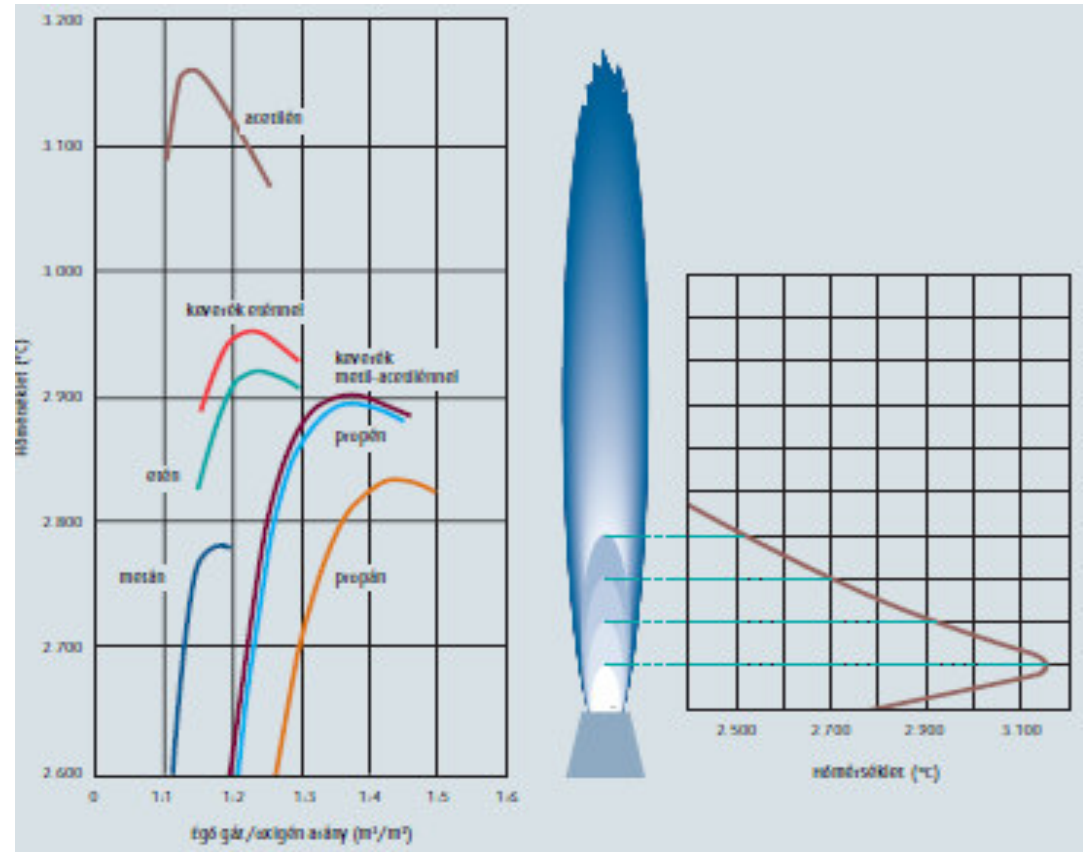
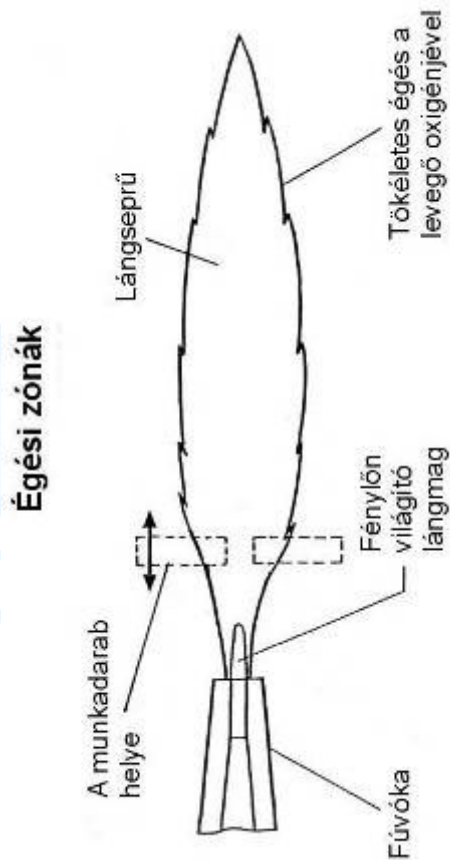
Égést tápláló gázok: oxigén, levegő (légköri, sűrített)

Lángtechnológiák gázainak veszélyes koncentrációi

Égőgázok:



Lángtechnológiák gázai/láng típusok



Lángtípusok (C_2H_2/O_2) tökéletes égéshez (1:2,5):

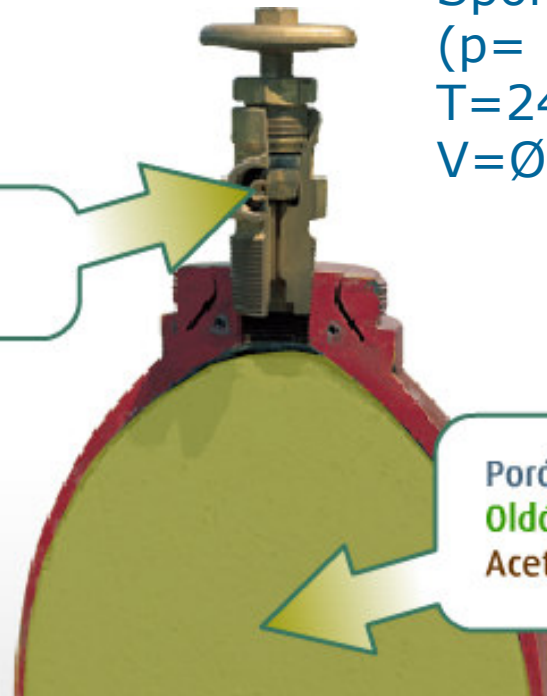
- semleges 1:1 – acél - (oxigén felvétel a környezetből)
- oxidáló 2:5 – réz/vágás – (oxigén többlet)
- redukáló 2:1 – alumínium – (oxigén felvétel a környezetből)

Lánghegesztés: acetilén



Nagyporozitású massa
10.000-szeres nagyításban

Oldószer,
Acetilén



Porózus massa
Oldószer,
Acetilén

Spontán bomlás!
($p = 2 \text{ bar}$,
 $T = 240 \text{ °C}$
 $V = \varnothing 30 \text{ mm gömb}$)

Az acetilén palackokba szilárd masszát töltenek, a massa pórusaiban többnyire aceton található oldószerként. Az acetilén feloldódik az acetonban, s így biztos formában tárolódik.

Lánghegesztés:oxigén



Ha egy oxigén palackot hirtelen nyitnak meg, a ny



Kiégett nyomáscsökkentő



Tilos: Zsíros, olajos kéz/eszközök!!

Lángtechnológiák, tömítések



Propán

Acetilén



Palackok kezelése/szállítása



Palackok színjelölése (MSZ EN 1089-3)

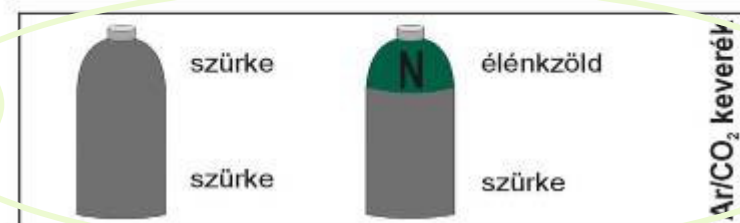
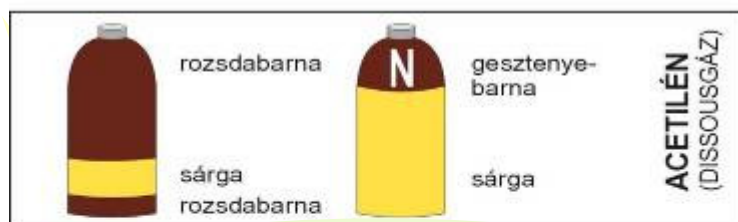
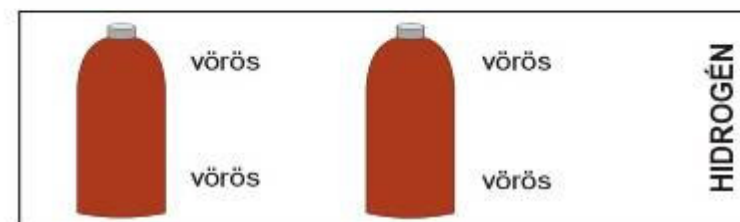
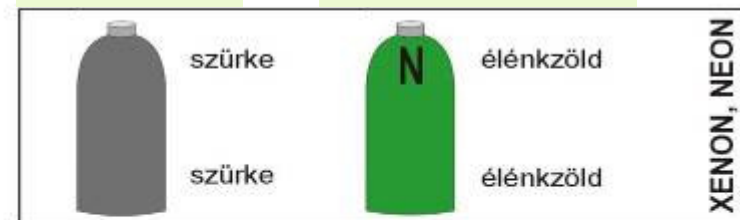
Régi
jelölés

Új (2007 utáni)
jelölés

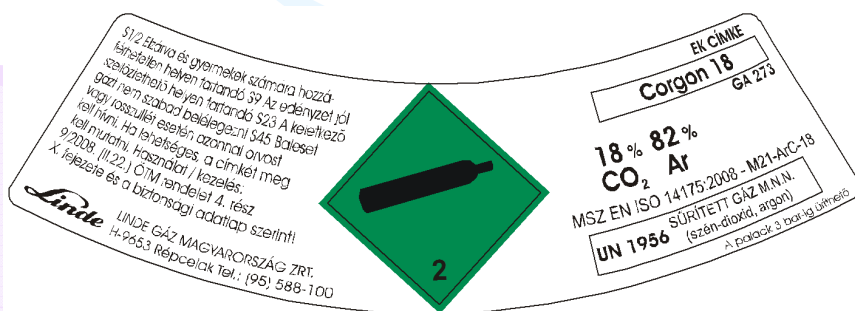
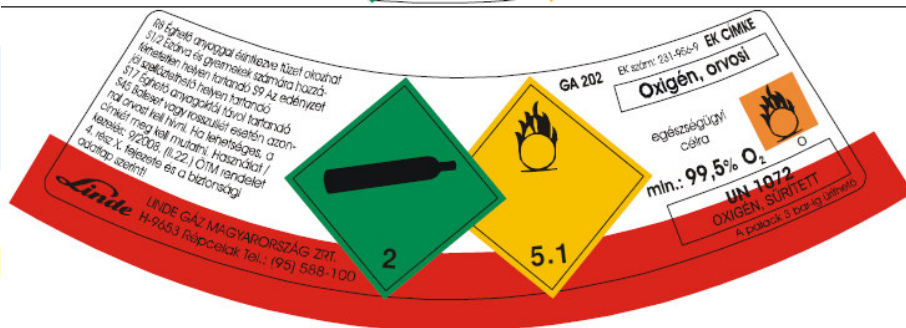
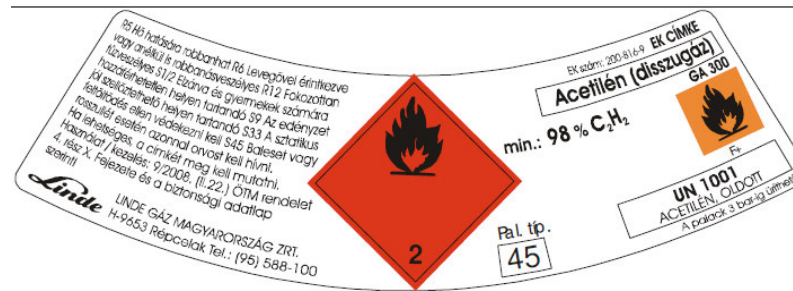
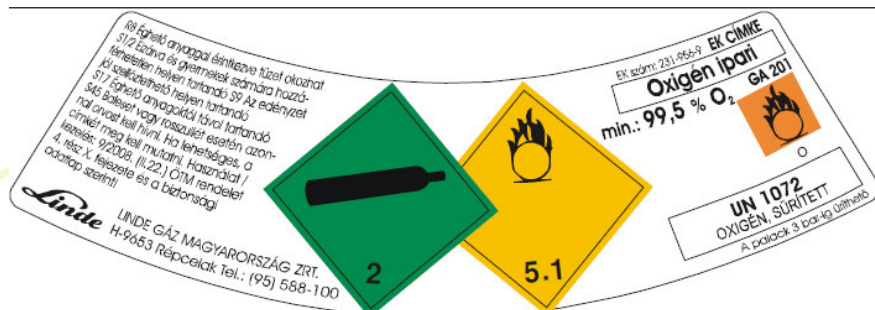


Régi
jelölés

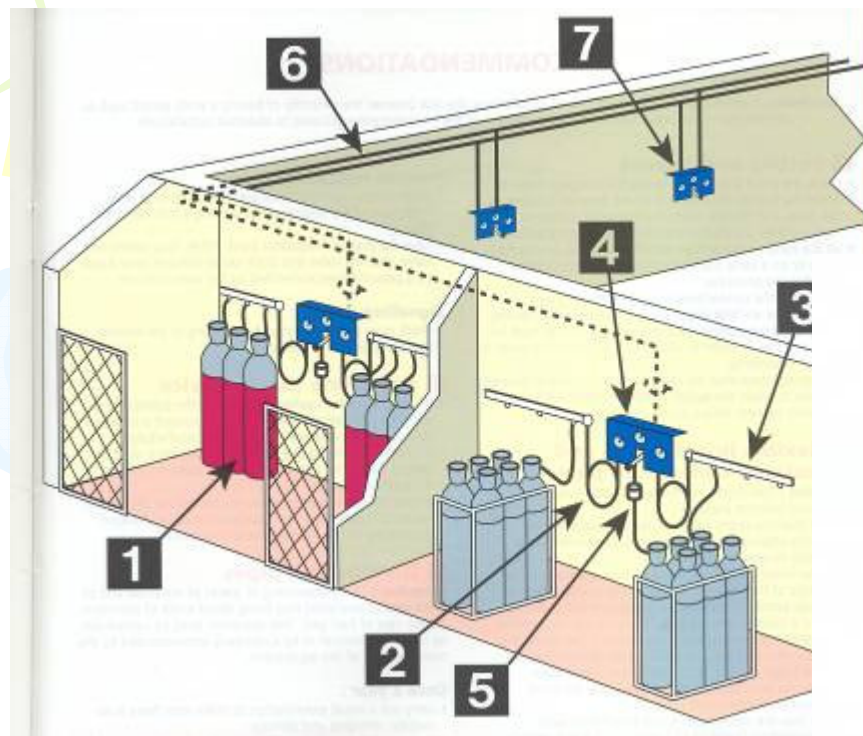
Új (2007 utáni)
jelölés



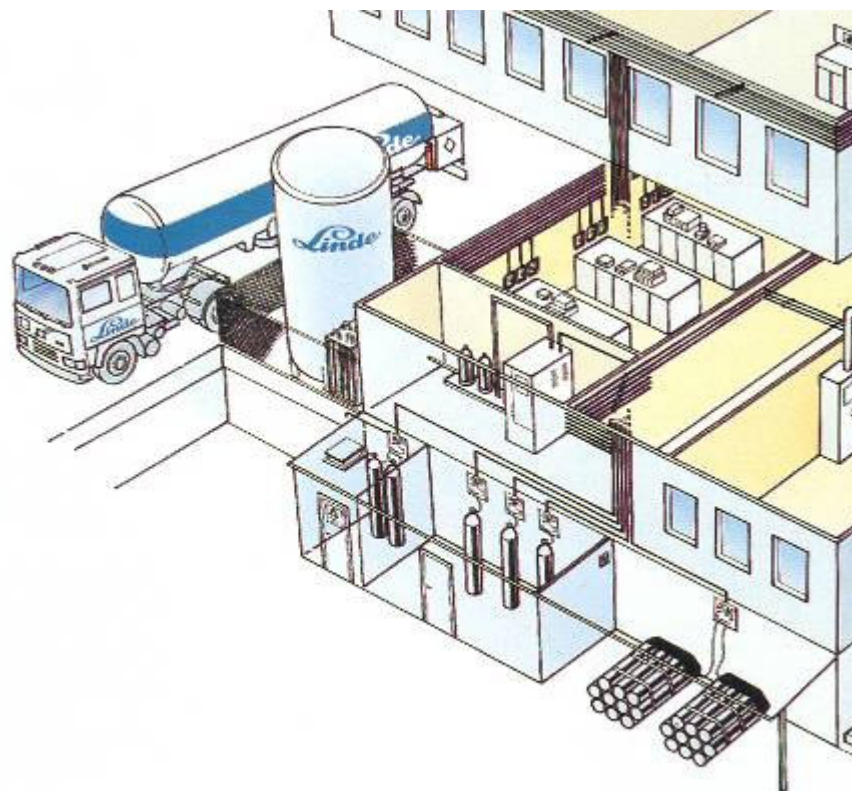
Palackok azonosítása- „banáncímke”



Gázellátó rendszerek



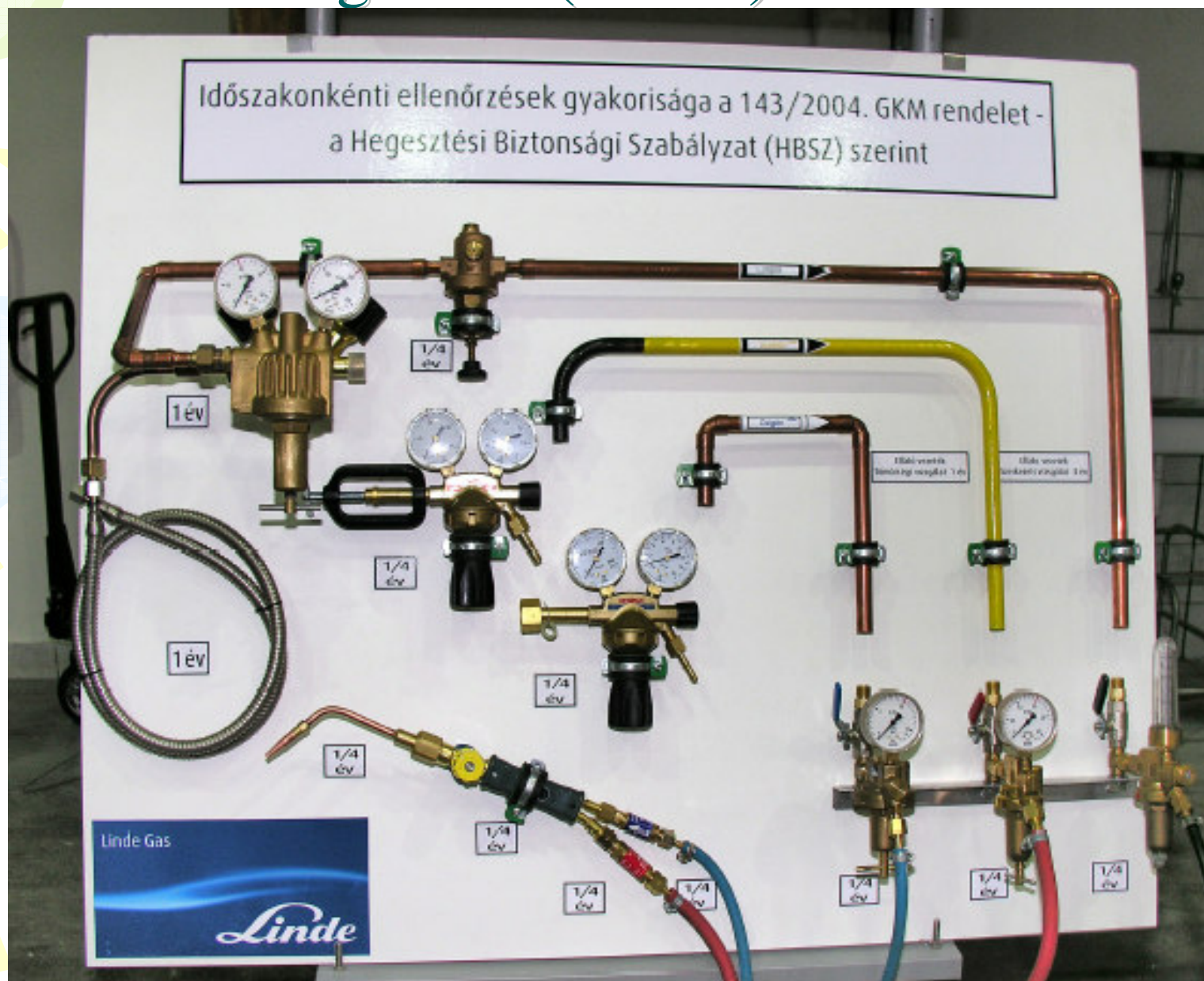
- Több sorba kapcsolt palack
- Palackköteg
- Trailer
- Tartály (cseppfolyós gáz) (kivéve acetilén)



Gázellátó rendszerek



Időszakos vizsgálatok (HBSZ)



Káresetek

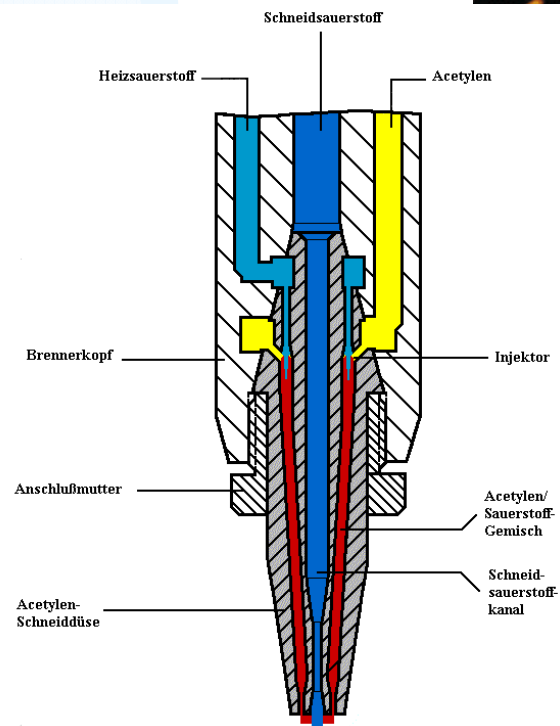
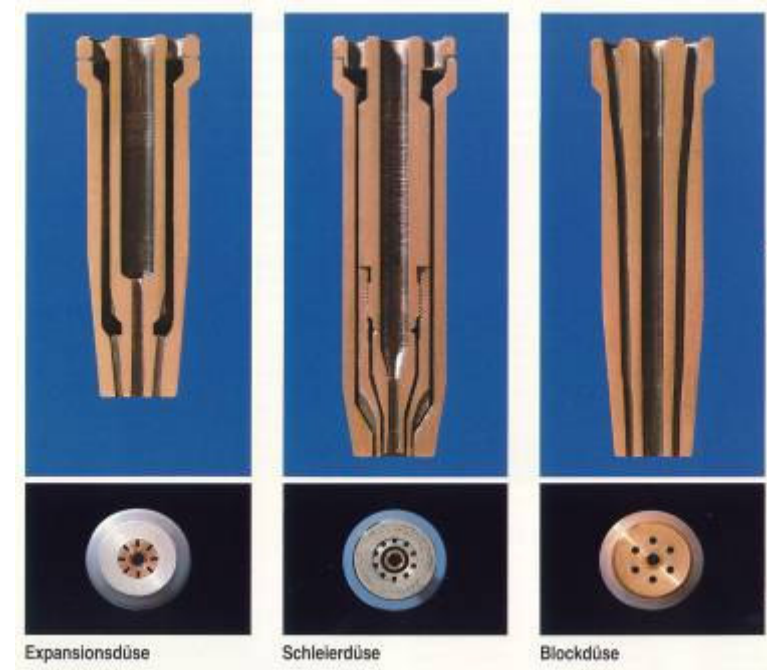
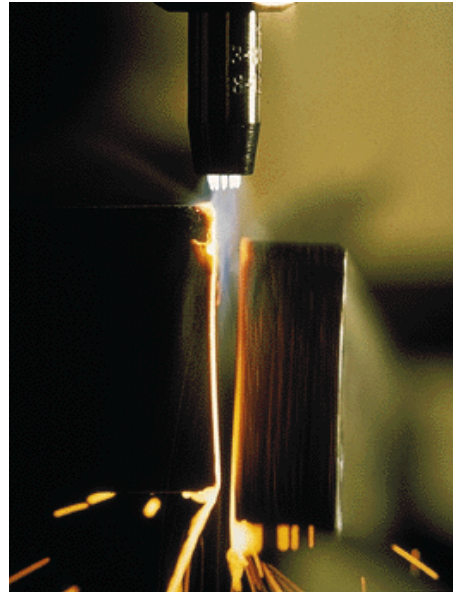
Visszavágás
Visszaégés
Visszacsapás



Káresetek, vágás



Lángvágás



1. Hevítés éghetőgáz-oxigén lánggal a fém gyulladási hőmérsékletére
2. A felhevített fém elégetése oxigén sugárban
3. A keletkezett égéstermék kifúvatása oxigén sugárral

Autogénteknikai eljárások

Lámghegesztés

Lámgvágás

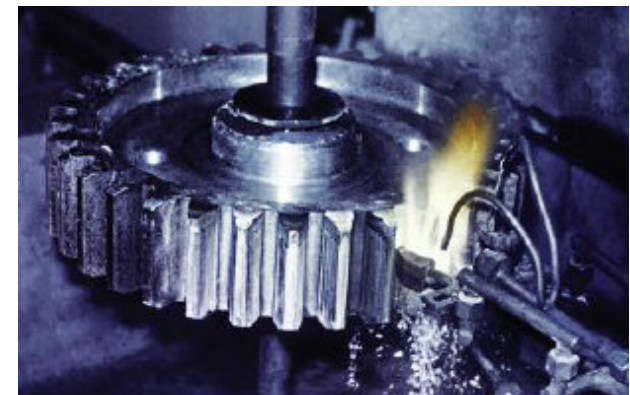
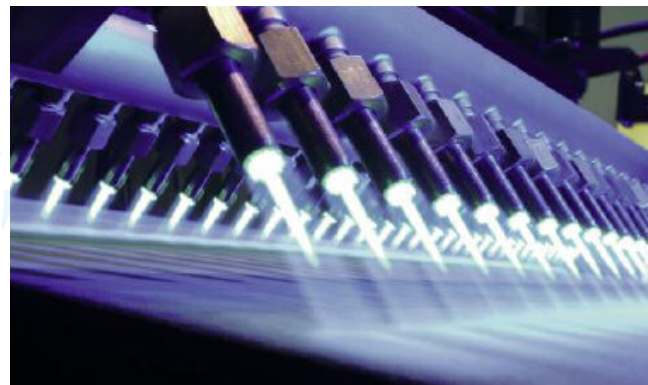
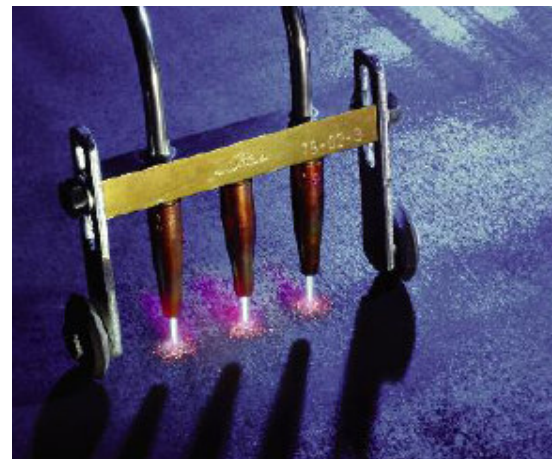
Lámggyengetés

Elő-, utómelegítés

Hőkezelés/felületkezelés

Keményforrasztás

...



Autogénteknikai – EVE (Egyéni védőeszközök)



[Vissza a áttekintéshez](#)

Ivhegesztések

- A munkadarab megolvasztása elektromos ívvel történik
- Az elektromos ív ionizálja a levegőt - védelem
- Az ív létrehozása hegesztőgéppel történik
(egyen-, /egyenés v. fordított polaritás/ v. váltóáram)
 - Hegesztő transzformátorok
 - Hegesztő egyenirányítók
 - Forgógépes egyenirányítók (generátorok)
 - Inverteres áramforrások (inverter = váltóirányító)

Speciális veszélyek

- **Fény, sugárzás**
- Elektromos áramütés,
- Hűtő víz,
- Fröcskölés, füst, gáz

• ...



GyL®

Hegesztő pajzsok:

- kézi pajzs
- fejpajzs
- automata fejpajzs
- frisslevegős



Védőüveg – számozása: 9-13

- áramerősség
- alapanyag (pl.alumínium – erős fény)
- külső fényviszonyok
(sötét rosszabb)
- eljárás (AWI-hoz erősebb)

Veszélyek - áramütés

■ Hatás:

- Izomgörcs,
- Vérték változás,
- Szívizom görcs.



■ Védekezés:

- Kicsi a feszültség, a bőrön nem tud átmenni,
- Ha a feszültség elég nagy, lényeges az áramerősség,
- Ha átmegy az áram, lényeges az idő is.

■ Reagálás:

- Fiziológia,
- Környezet
- Kondíció, nem

$U_{\max} = 65 \text{ V}$ - száraz környezet

$U_{\max} = 42 \text{ V}$ – veszélyes környezet

} $\Rightarrow$ kérdése

Veszélyek

Áramforrás – áramütés veszélye

- gyártó használati utasítása szerint
- szabályszerű, mechanikai sérüléstől védett hálózati csatlakoztatás
- techn. berendezéseket **nem** áramvezetésre használva
- áramforrások
 - sorba kapcsolás **tiltott**
 - megfelelő érintésvédelem: védővezetőv. kettős sziget
 - közvetlen érintéstől védett (burkolatok) (szigetelések)
 - megfelelő védettségű: por-víz behatolása rendell működés melegedés
 - leválasztás mozgítás csak terheletlen állapot
- bekapcsolási időt (BI) túllépni **Tilos!**

Ívhegesztő áramforrások terhelhetőségének jellemző adata: a terhelési idő és a teljes idő hányadosa

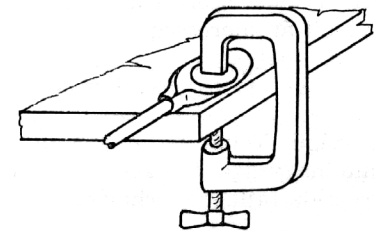
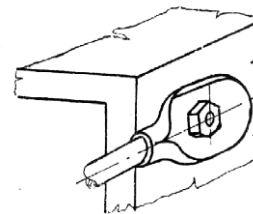
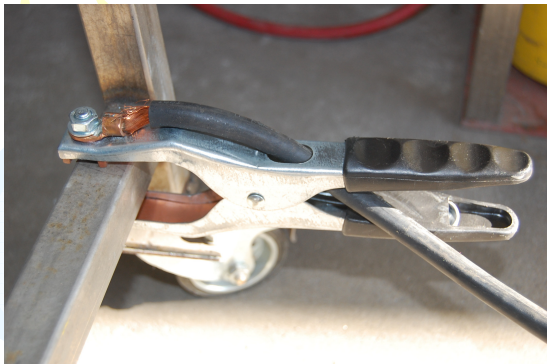
$$BI = \frac{\text{hegesztési idő}}{\text{ciklusidő}}$$

ahol: ciklusidő: főidő + mellékidő
(heg idő) (segédművelet)
teljes ciklusidő: 10 perc

Veszélyek

Testkábel, munkakábel

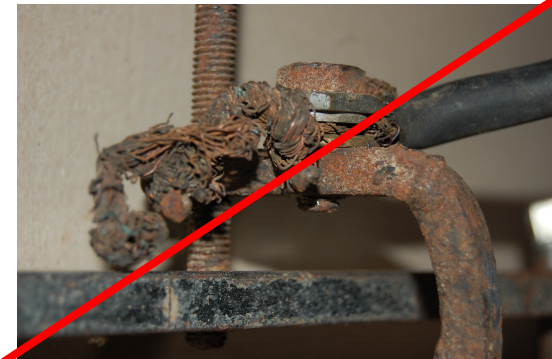
- áramerősségnek megfelelő keresztmetszetű
- fém-tiszta helyen, biztonságosan rögzített



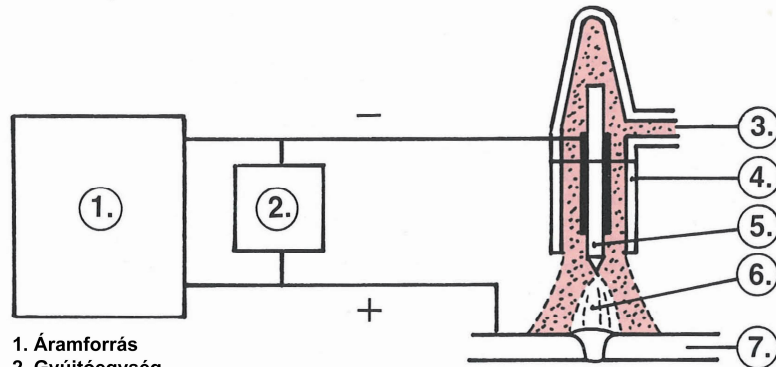
Alapanyag (munkadarab) - földelés

- megfelelő keresztmetszetű
- jó villamos kapcsolatot biztosítva

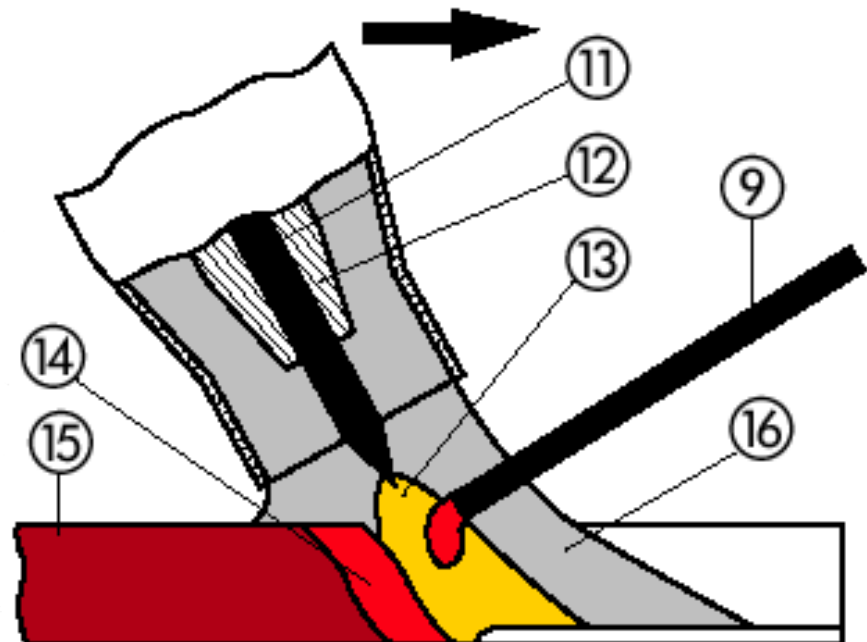
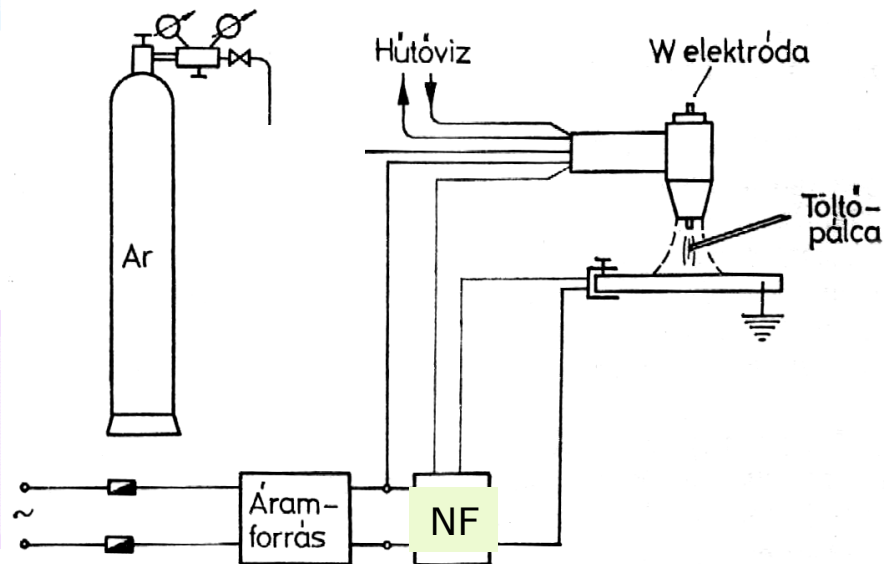
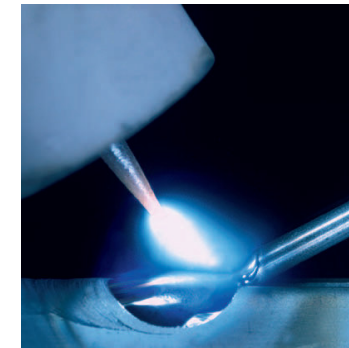
Csak a hegesztendő tárgyon keresztül szabad földelni!



Argonvédőgázos Wolframelektrodás Ívhegesztés (AWI/AVI – TIG, WIG)



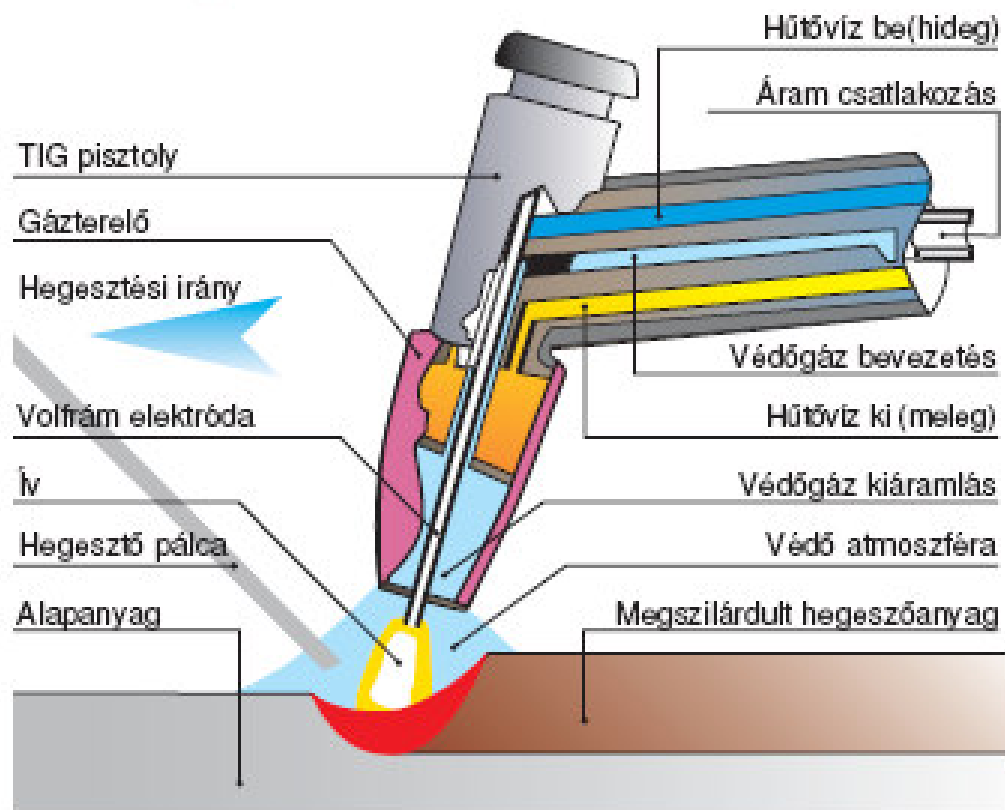
- 1. Áramforrás
- 2. Gyújtóegység
- 3. Védőgáz
- 4. Gázfúvóka
- 5. Elektroda
- 6. Ív
- 7. Munkadarab



AWI pisztoly/égő

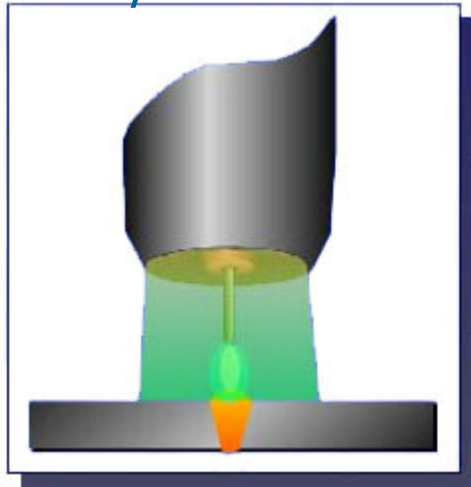
Ívgyújtás:

- (érintéssel)
- NF

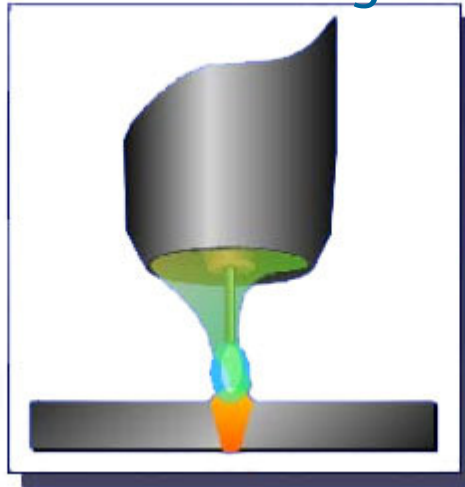


Megfelelő gázmennyiség/gáztípus:

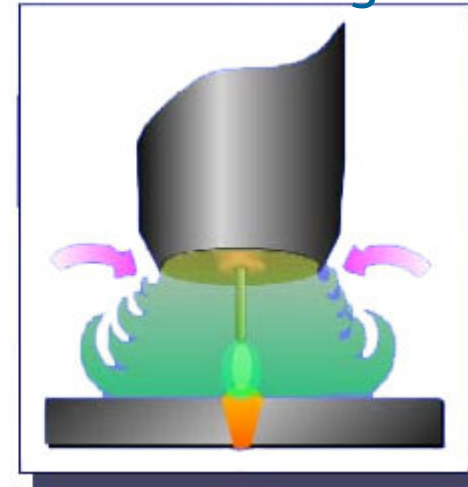
Helyes beállítás



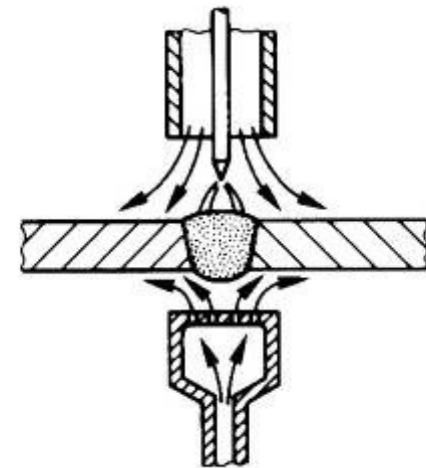
túl kevés gáz



túl sok gáz

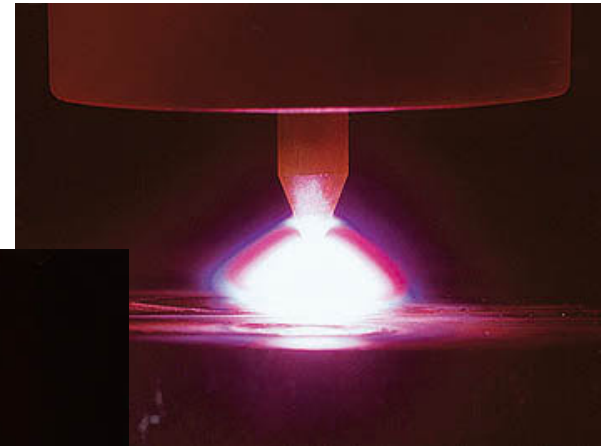


- Argon (min. 4.6),
- Ar + 2-10% H₂
- Ar + 30-90% He
- Hélium

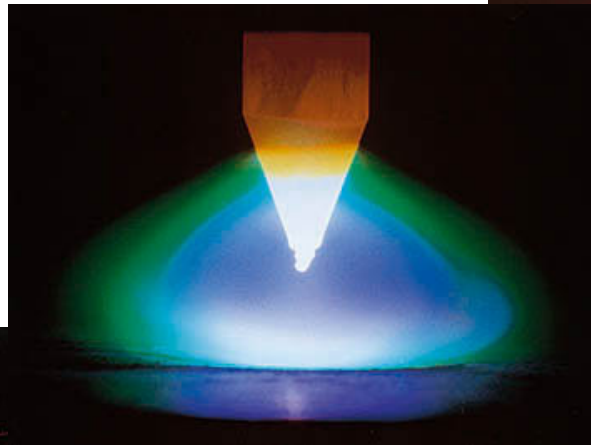


Gázok hatása

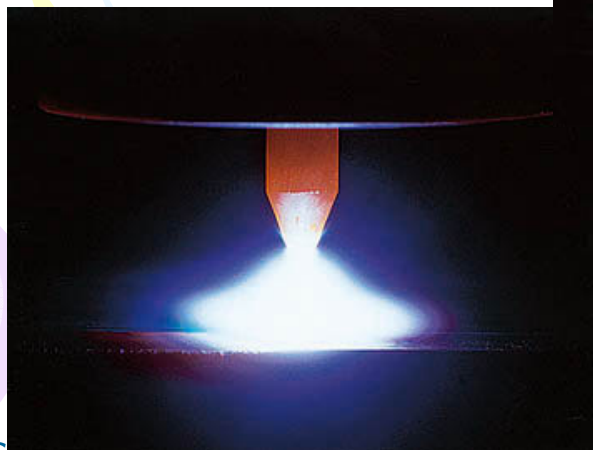
Ar + H₂



Ar+He



Argon



Ív hőmérséklet

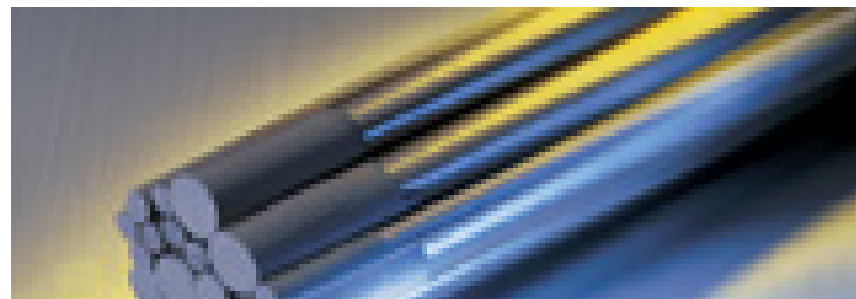
Hőbevitel

Hegesztési teljesítmény

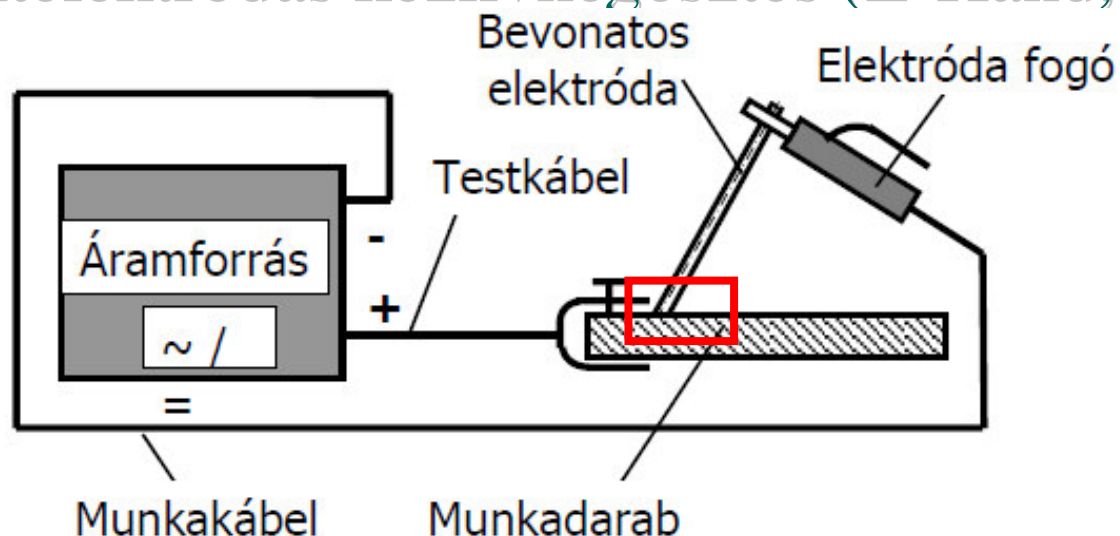
Gáz

(Volfrám elektróda) - tájékoztatás

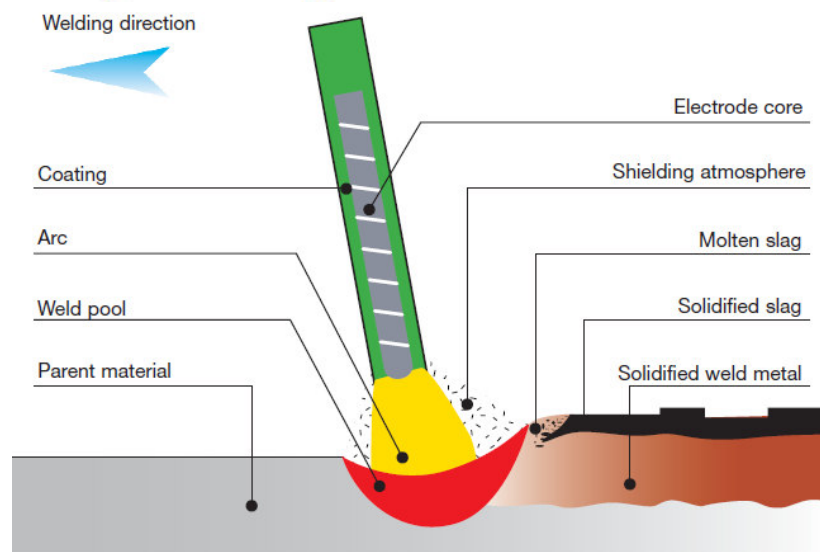
- Tiszta volfrám (W/WP)
 - kis izzási hőmérsékletű (~3360°C),
 - egyenáramnál nehezen gyújt.
- Lantán-oxiddal ötvözött volfrám (WL)
 - nagy izzási hőmérsékletű (~4200°C), hosszú élettartamú,
 - kiváló hegesztési tulajdonságú.
- Tórium-oxiddal ötvözött volfrám (WT)
 - nagy izzási hőmérsékletű (~4000°C), hosszú élettartamú,
 - jó hegesztési tulajdonságú, de radioaktív.
- Cirkónium-oxiddal ötvözött volfrám (WZ)
 - nagy izzási hőmérsékletű (~3800°C), könnyűfémek hegesztéséhez, váltóáramú hegesztéshez,
 - kiváló ívgyújtási tulajdonságú.
- Cérium-oxiddal ötvözött volfrám (WC)
 - nagy izzási hőmérsékletű (~3800°C), kis párolgási veszteségű,
 - kis árammal végzett, egyenáramú hegesztéshez.



Bevontelektrodás kéziívhegesztés (E-Hand, MMA)



Leolvadó bevonatos fémelektróda és a munkadarab között keltett ívvel, a bevonatból képződő gázok védelme alatt végzett ívhegesztés. Alkalmas kötő-, felrakó- és javítóhegesztésre egyaránt.



Bevonat szerepe

- Ívstabilizálás (K, Na, Ca csökkenti a kilépési munkát, ionizációs potenciált)
- Védőgáz képzés (szerves anyagok, pl. cellulóz $(C_6H_{10}O_5)_n$ és $CaCO_3$ -ból)
- Dezoxidálás, denitrálás (Mn, Si, Al, V, Ti, stb.)
- Ötvözés (alapanyagtól függő ötvözők, ferro-ötvözetek formájában pl. Fe-Si, Fe-Ti, Fe-Cr stb.)
- Salakképzés (rutilból, szervesanyagokból, SiO_2 -ből, MnO -ból stb.)
- Lehűlési sebesség csökkentése, metallurgiai folyamatok
- Leolvadási sebesség növelése (kihozatali hatásfok, akár 220 % is lehet).

Rutilos bevonat (R)

- A varrat felülete szép, könnyű hegeszthetőség, könnyű ívgyújthatóság, váltakozó áramról is alkalmazható, pozíció hegesztésre is kiváló. Vastagbevonatú elektródák a nagyhozamú elektródák, egyszerű helyzetekben alkalmazhatók.
- Alapvető a rutil (TiO_2) néha 50 % is lehet, ferromangán, ferroszilícium, szilikátok, földpát (SiAlO_4), magnezit, szervesanyagok, ferrotitán, karbonátok.
- Finomcseppes anyagátmenet jellemzi.

Bázikus bevonat (B)

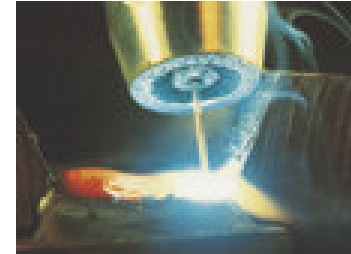
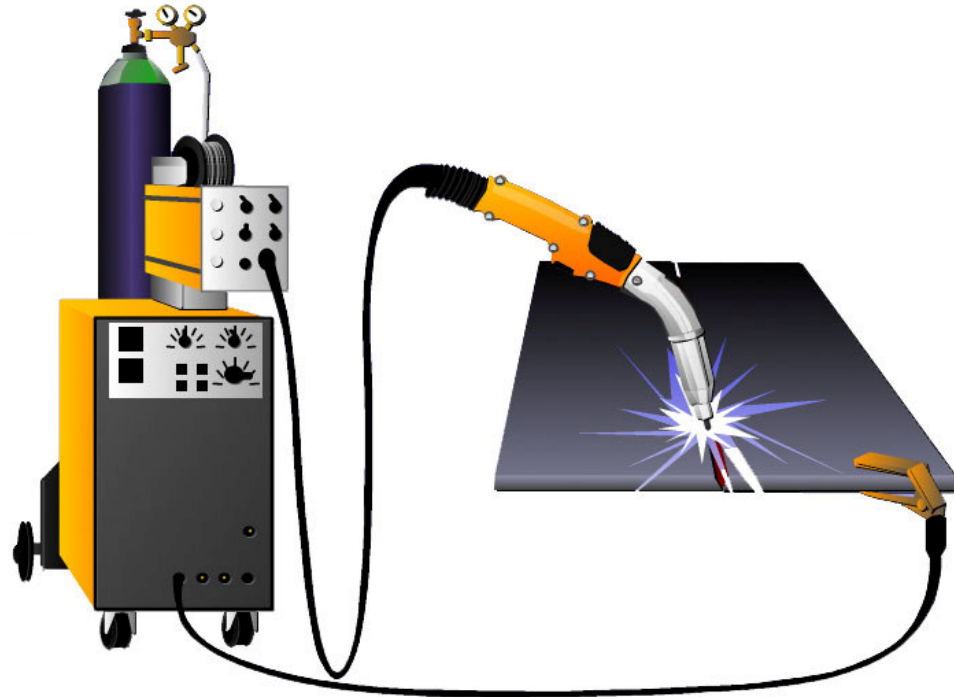
- Jó mechanikai tulajdonságok jellemzik, de nehéz vele hegeszteni. A bevonat nedvszívó, ki kell szárítani az elektródát.
- Fő alkotók: alkáli földfém-karbonátok, pl. kalcit, CaCO_3 (mészpát), folypát, ferroötvözetek, szilikátok és egyedi ötvözők is.
- Durvacseppes anyagátmenet jellemzi.
- Összetett bevonatok, az egyes típusok jó tulajdonságait egyesítik (pl. RB, RC).

Hegesztési paraméterek

- Az elektróda maghuzal átmérő: $d_e = 1,5 - 6 \text{ mm}$
- Az áramerősség: $I = 30 - 500 \text{ A}$
($I = (30 \dots 60) d_e, \text{ A}$)
- Az ívfeszültség: $U = 20 - 50 \text{ V}$
($U = 0,04 I + 20, \text{ V}$)
- 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.

Fogvóelektródás védőgázos ívhegesztés

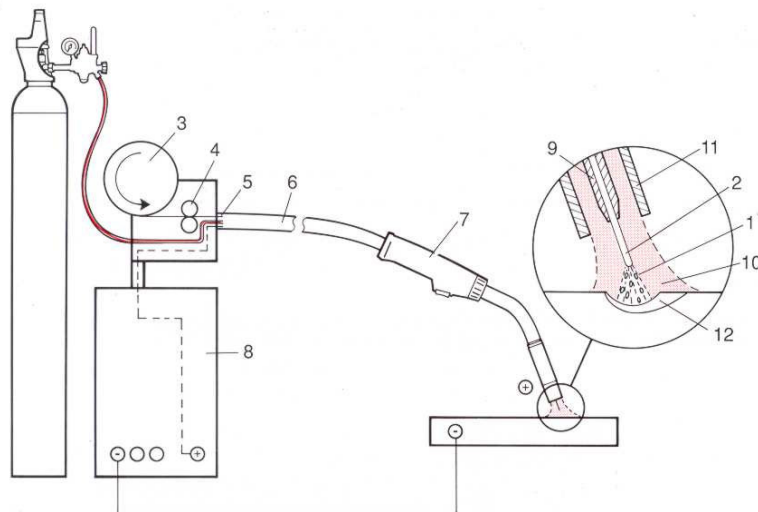


GMAW (FCAW)

MIG/MAG

AFI- Ar

„CO”-CO₂



gázterelő

áramátadó

védőgáz

huzal elektróda

varratfém

alapanyag

+

ív

-

Hegesztő huzalok

Anyag:

- *Szerkezeti acélok (MAG)*
(„szénacél”, melegszilárd, stb.)
- *Erősen ötvözött acélok (MAG)*
(„korrózióálló, saválló acélok”)
- *Alumínium ötvözetek (MIG)*
- *„Bronz” huzalok (MIG Brazing) –pl. CuSi3, CuAl8*
(kis hőbevitelű technológiákhoz)

Méret (átmérő):

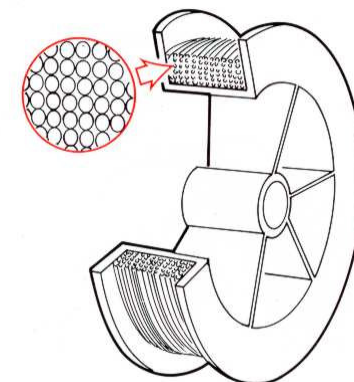
- 0,6; 0,8; (0,9); 1,0; 1,2; 1,6 mm

„Bevonat” (szerk acéloknál):

- *rézbevonattal*
- *„bevonat nélkül” - csupasz huzal*

„Kivitel”:

- *Tömör –Solid wire*
- *Portöltésű (bázikus, rutilos, fémpor); önvédő – FCW*



„Kiszerezés”:

- *„dob-tekercs” – 5 kg, 15 kg, 18 kg*
- *„hordós” – 200 kg, 250 kg, 400 kg*



Védőgázok szerepe

- védőhatás (levegőtől)
- ívgyújtás, ívstabilitás
- hegesztési sebesség
- varratgeometria (varratalak, beolvadás)
- felület minősége (fröcskölés, salakképződés)
- környezet (füstök, gázok kibocsátása)
- fémtani és mechanikai jellemzők (ötvözők kiégése, felvétele)
- anyagátvitel (MIG/MAG)-leolvadási teljesítmény
- ...

Védőgázok (besorolás MSZ EN ISO 14175)

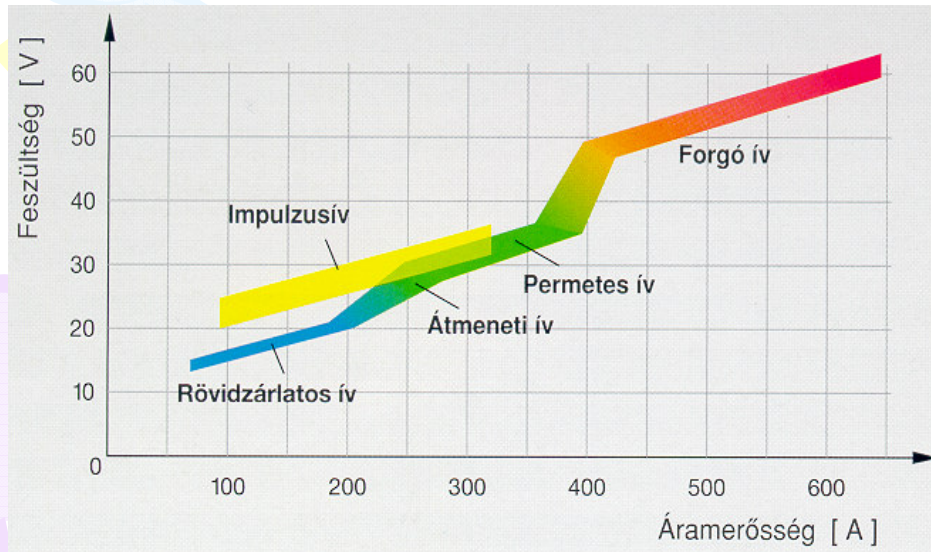
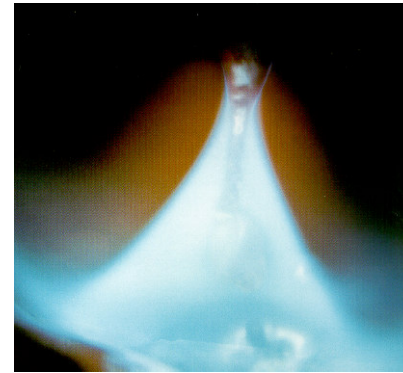
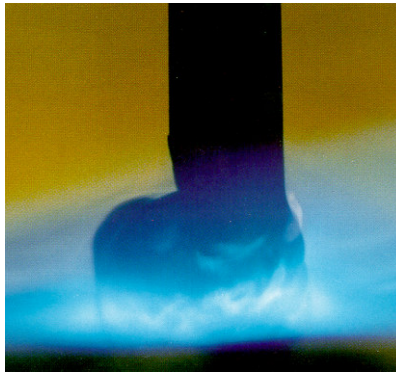
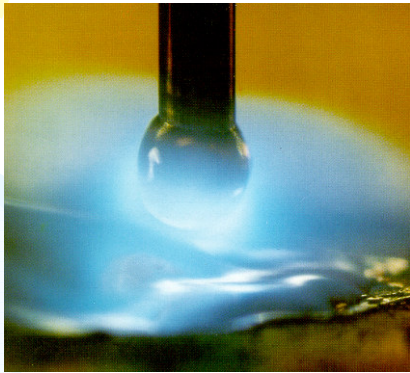
	MIG/MAG („CO”)	Jellemző értékek
Szerkezeti acél (82/18)	CO₂ Ar/+CO₂/(+O₂) +He, +NO	CO ₂ :5-25% O ₂ :2-10% He:10-50% NO: 100-300 ppm
Erősen ötv.acél (98/2)	Ar/+CO₂/(+O₂) +He, +NO (Argon)	CO ₂ :1-3% O ₂ :1-3% He:10-50% NO: 100-300 ppm
Alumínium (100% Ar)	Ar (/+He) +NO, +O₂, +N₂,	He:10-90% NO: 100-300 ppm O ₂ : 50-100 ppm N ₂ : 50-100 ppm

Paraméterek

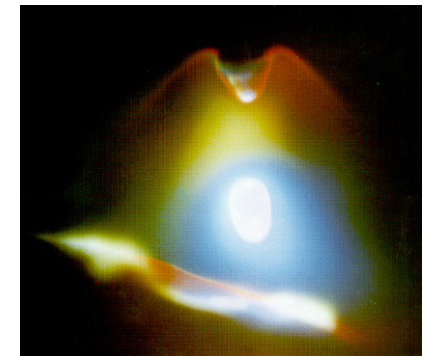
- Huzal sebesség: 3-15 (30) m/min
- Pisztoly-darab távolság
(szabad huzalhossz) : (5) 8- 20 (40) mm
- Hegesztő áram (I): 50-350 (750) A – Beolvadási mélység
- Hegesztési feszültség (U): 16-35 (45) V – Varrat szélesség
- Hegesztési sebesség: 100-800 (2000) mm/min
- Védőgáz mennyisége: 8-20 liter/min
- Pisztoly mozgatásának helyzete: toló/húzó

Anyagátmenetek/ívtípusok

- Normál ívű (különböző anyagátmenetekkel)

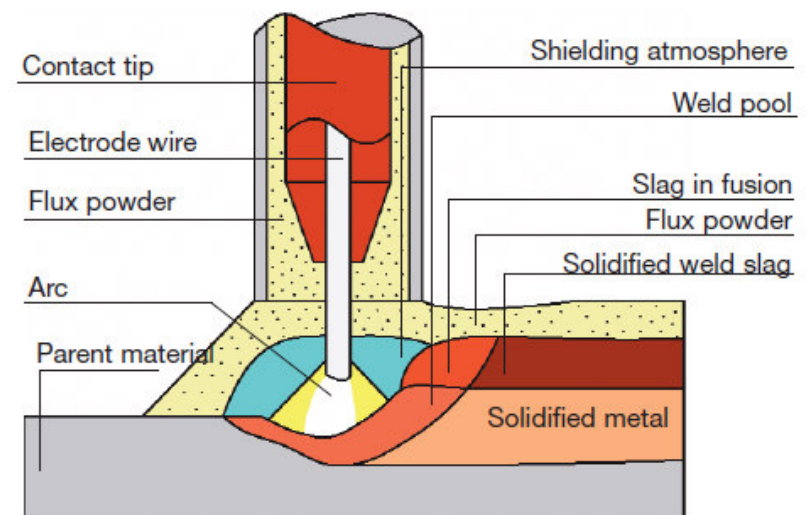
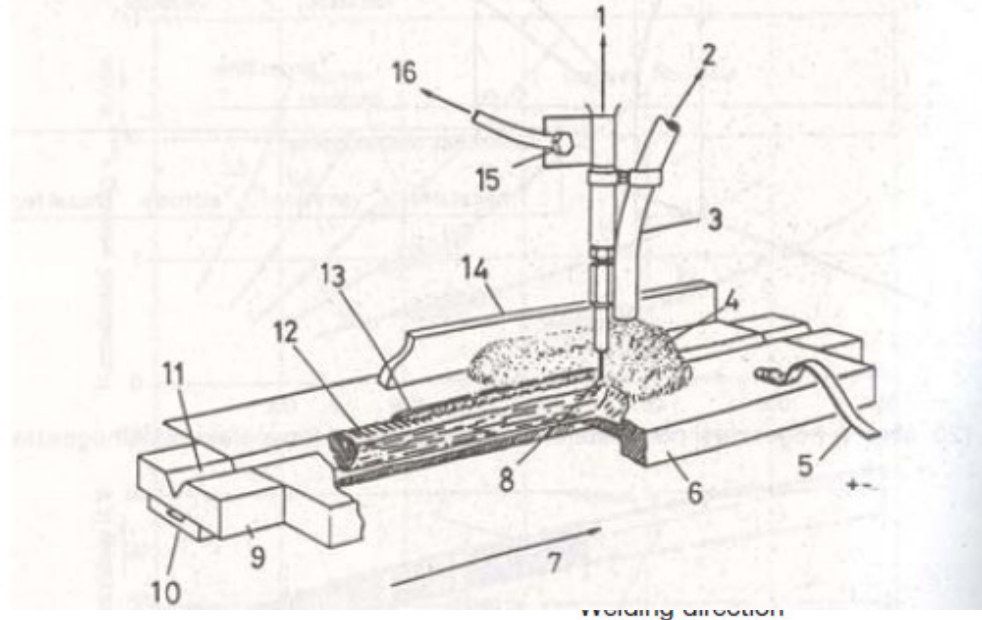


- Impulzus ívű



Fedettívűhegesztés (FIH – SAW, UP)

Léolvadó huzalelektroda(k) és a munkadarab között fedőporból képződő anyagok alatt égő elektromos ívvel végzett ömlesztő hegesztés.



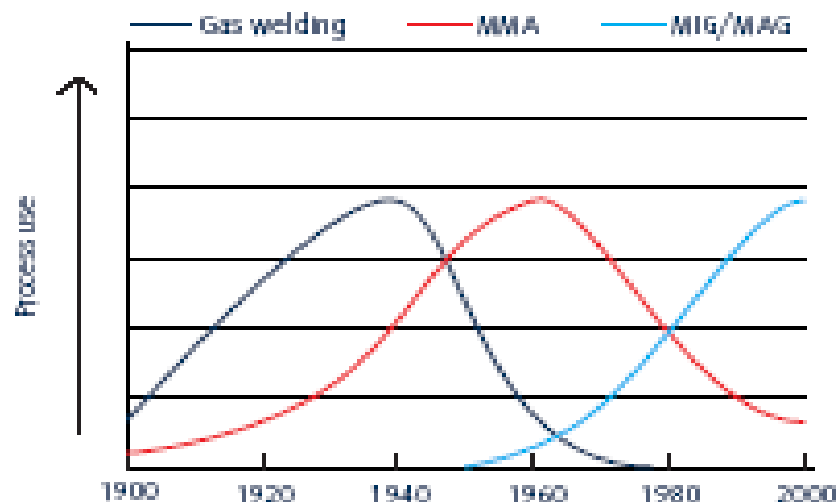
Hegesztési paraméterek/alkalmazhatóság

Nagy leolvadási teljesítmény jellemzi, a fedőpor miatt vagy vízszintes, vagy vízszintesbe forgatható varratok készíthetők az eljárással. Alkalmas kötő- és felrakó- hegesztésre egyaránt. Teljesen gépesített hegesztési eljárás.

- $d_e = 1,2 \dots 12 \text{ mm}$
- $I_{ív} = 130 \dots 5000 \text{ A}$
- $U_{ív} = 20 \dots 60 \text{ V}$
- $v_{\text{heg}} = 100 \dots 5000 \text{ mm/min}$
- $L_{\text{por}} = 10 d_e, \text{ mm.}$
- Acélszerkezeti tömeggyártás
- Ötvözetlen és gyengén ötvözött, erősen ötvözött acélok
- Nagyvastagságú szerkezetek
- Hosszú egyenes vagy kis íveltségű varratok
- Vízszintes vagy vízszintesbe forgatható varratok
- Egyoldali I - varrat 10 mm-ig
- Kétoldali I – varrat 20 mm-ig

(Különböző technológiák fejlődése –tájékoztatás)

Developed country welding process view



Percentage of welding processes used by country or region - 2006



Ömlesztő hegesztések veszélyei - összefoglalás

Heg. eljárás	Égés	Tűz	Levegő szennyezés	Z A J	Fény	Hő	Sugár- zás	Megj.
Láng	Olvadt fém fröcsk.	+	Gáz szennyezők O ₂ csökk.	-	kápráztató fény	+	-	C ₂ H ₂ Tűz és Robb. veszély
Palackos gáz	u. a.	+	u. a.	-	u. a.	+	-	u. a.
Ív, bevont elektróda	Olvadó fém	Olvadó fém	Bevonatból keletkező gázok, gőzök	-	Vakító	++	-	Áram- ütés

Ömlesztő hegesztések veszélyei - összefoglalás

Heg. eljárás	Égés	Tűz	Levegő szennyezés	Z A J	Fény	Hő	Sugárzás	Megj.
AWI	olvadó fém	olvadó fém	Ózon	—	vakító	++	+	áramütés
AFI; CO ₂ – heg.	olvadó fém fröcsk.	olvadó fém fröcsk.	CO – jelenlét Friss levegő!	— —	vakító (még nagyobb)	+	+	áramütés
Fedett ívű heg.	olvadó fém	olvadó fém	SiO ₂ - szilikózis	—	vakító	+	—	áramütés

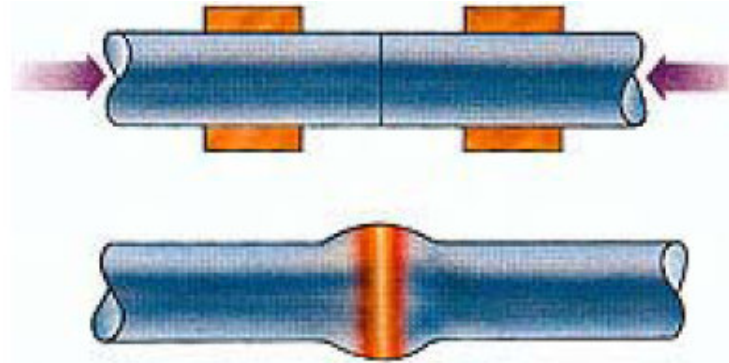
Ellenálláshegesztések

- A darabokon átfolyó áram Joule hője hevíti fel a darabokat. A képződő hő függ az ellenállástól (R) és az átfolyó áramtól (I):

$$Q = \int_0^{t_h} RI^2 dt$$

- Az ellenállás hevítés megvalósítható a darabba közvetlenül bevezetett árammal, illetve az indukált áram is felhasználható, ez utóbbi a közvetett hevítés.

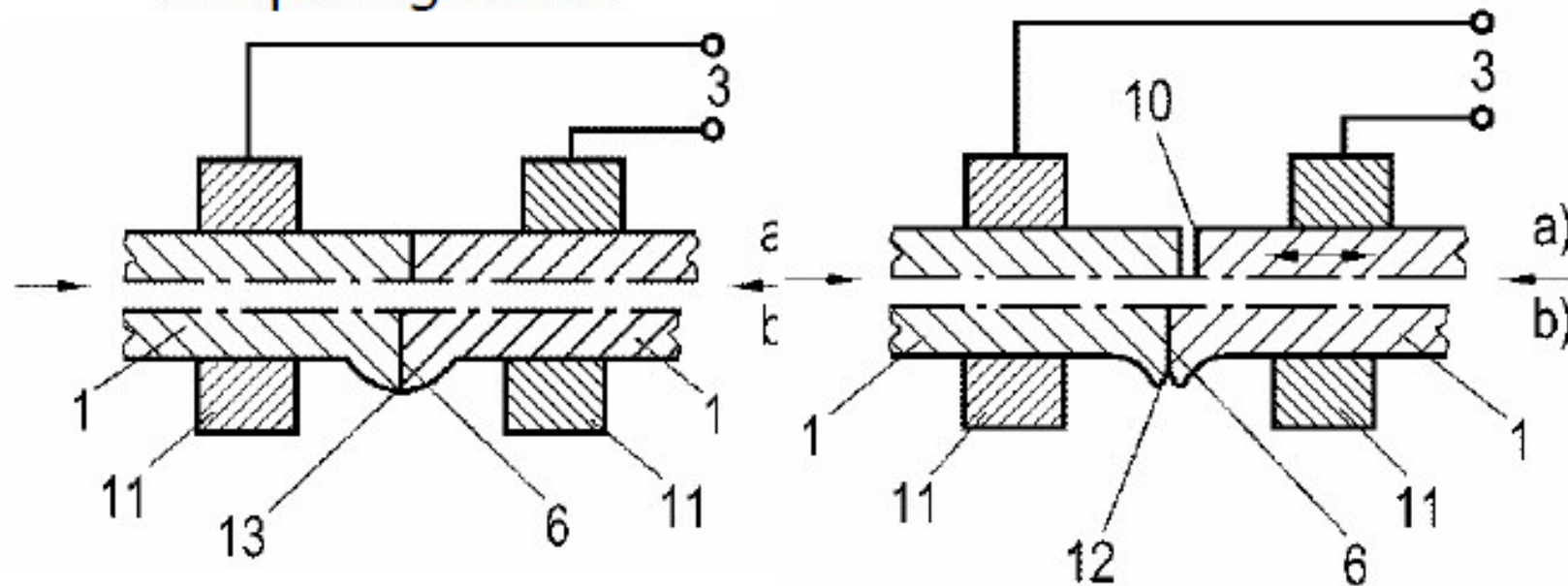
Ellenállás hegesztések - tompahegesztés



E/v: A tompán összenyomott darabokon átfolyó áram felhevíti a darabok érintkezési felületeit (egyres változatoknál meg is olvadnak azok) és a megfelelő felhevítést elérve, az erőt növelve összenyomjuk a darabokat. A képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést. (Az olvadt anyagok sorjába nyomódnak.)

Tompahegesztés változatai

- Zömítő tomphaegesztés
- Leolvasztó tomphaegesztés
- Előmelegítéses vagy szakaszos leolvasztó tomphaegesztés



Tompahegesztés változatai

- A zömítő tompahegesztésnél a darabokat nem olvasztjuk meg, a képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést. Az alakítás során a darab közepéről is sorjába kell nyomni a felületi szennyeződések, de csak egy méret alatt lehet ezt megtenni, így a zömítő tompahegesztésnek alkalmazási korlátja van. Ez acélok esetében: 20 mm.
- Áramsűrűség
 - Lágyacélra: 70 ... 80 A/mm²
 - Al-hoz: 150 ... 200 A/mm²
 - Cu-hez: 250 ... 300 A/mm²
- Zömítőnyomás
 - Lágyacélokhöz: 10 ... 30 MPa
 - Al-hoz 40 ... 60 MPa

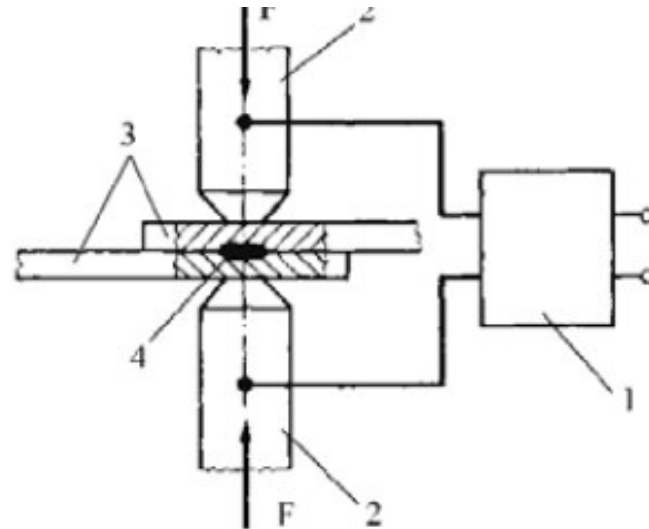
Tompahegesztés változatai

Folyamatos leolvasztás során a felületeket megolvasztjuk és az olvadt anyagokat folyamatosan sorjába nyomjuk. A leolvasztást ívképződés kíséri, folyamatos szikrázás jellemzi a leolvasztást. A felületek megolvasztása után, a darabokat összenyomva ($F_{zöm}$) először rövidzárlat ($I_{zöm}$) jön létre, majd a képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést.

I : a hosszváltozás, Δ_{le} : hosszváltozás leolvasztás során, $\Delta_{zöm}$: hosszváltozás zömítés során.

- Folyamatos leolvasztás áramsűrűsége:
 - Lágycélra $5 \dots 10 \text{ A/mm}^2$
 - Al-ra $15 \dots 30 \text{ A/mm}^2$
- Zömítés:
 - Tömör anyagokra $z_e = (0,5 \dots 0,6)d$
 - Vékonyfalú üreges anyagok $z_e = (3,5 \dots 5) s$
 - Vékonyfalú Al-ra $z_e = (7 \dots 11) s$
- Leolvasztási idő:
 - Tömör anyagokra $(0,4 \dots 0,6) d$
 - Üreges vékonyfalú anyagokhoz $(2 \dots 3) s$
 - Vékonyfalú Al-ra $(1,4 \dots 1,6) s$

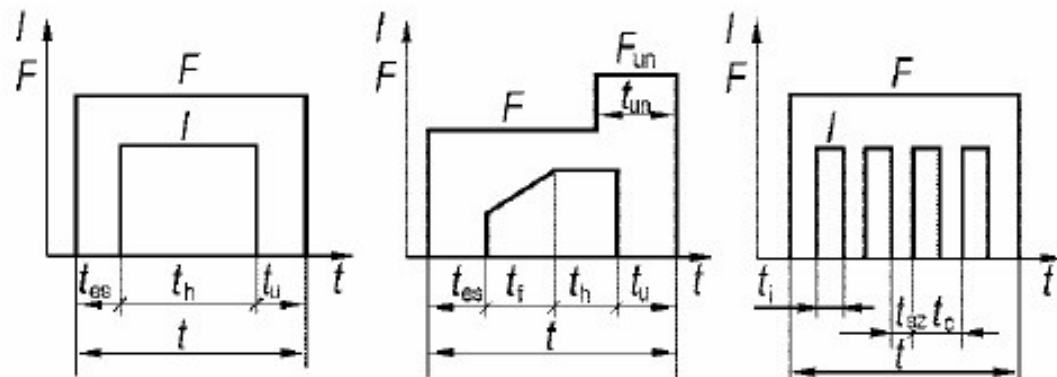
Ponthegesztés



Az elektródák közötti csatornában záródik az elektromos áramkör, a már említett folyamat szerint játszódik le a megolvadás, majd az erőhatás alatti kristályosodás hozza létre a kötést.

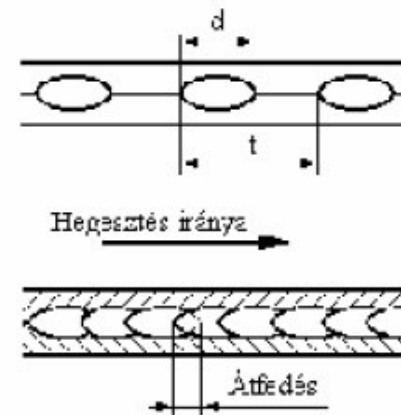
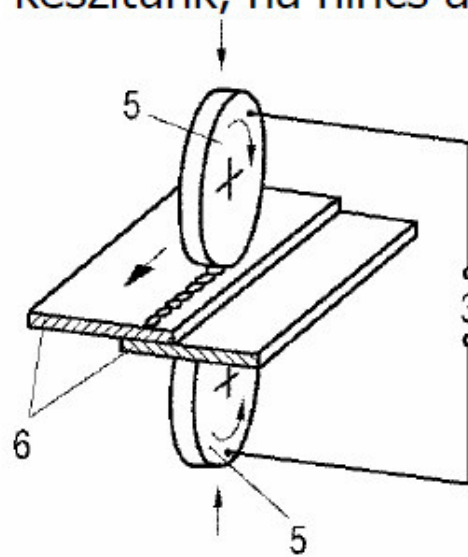
Munkarendek ($F, I - f(t)$)

- kemény
- lágy

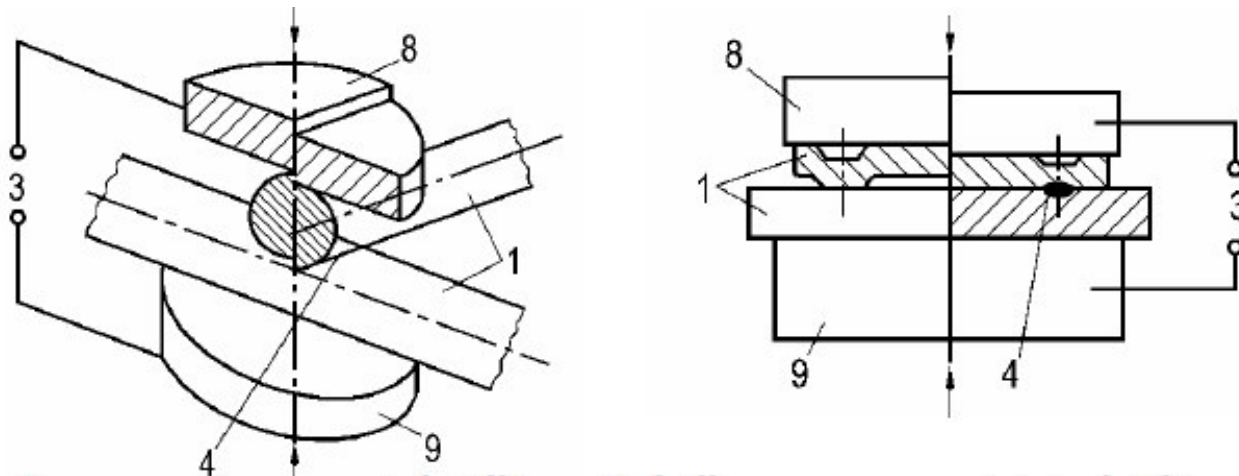


Vonalhegesztés

- Elv: Tárcsaelektrodák között folyamatosan pontvarratokat készítünk. Ha a pontok átfedik egymást, tömítő varratot készítünk, ha nincs átfedés, pontsort hegesztünk.



Dudorhegesztés



E/v: A ponthegesztéstől eltérően az elektródák által bevezetett áramot és erőt a munkadarab természetes ill. mesterséges alakja (dudor) koncentrálja. Az érintkezési felületen a dudor megolvad, az olvadt anyagok a sorjába nyomódnak és a képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést.