

Hegesztés és rokon technológiák

Dr. Palotás és Prof. Kaplan nyomán

Fémek technológiája

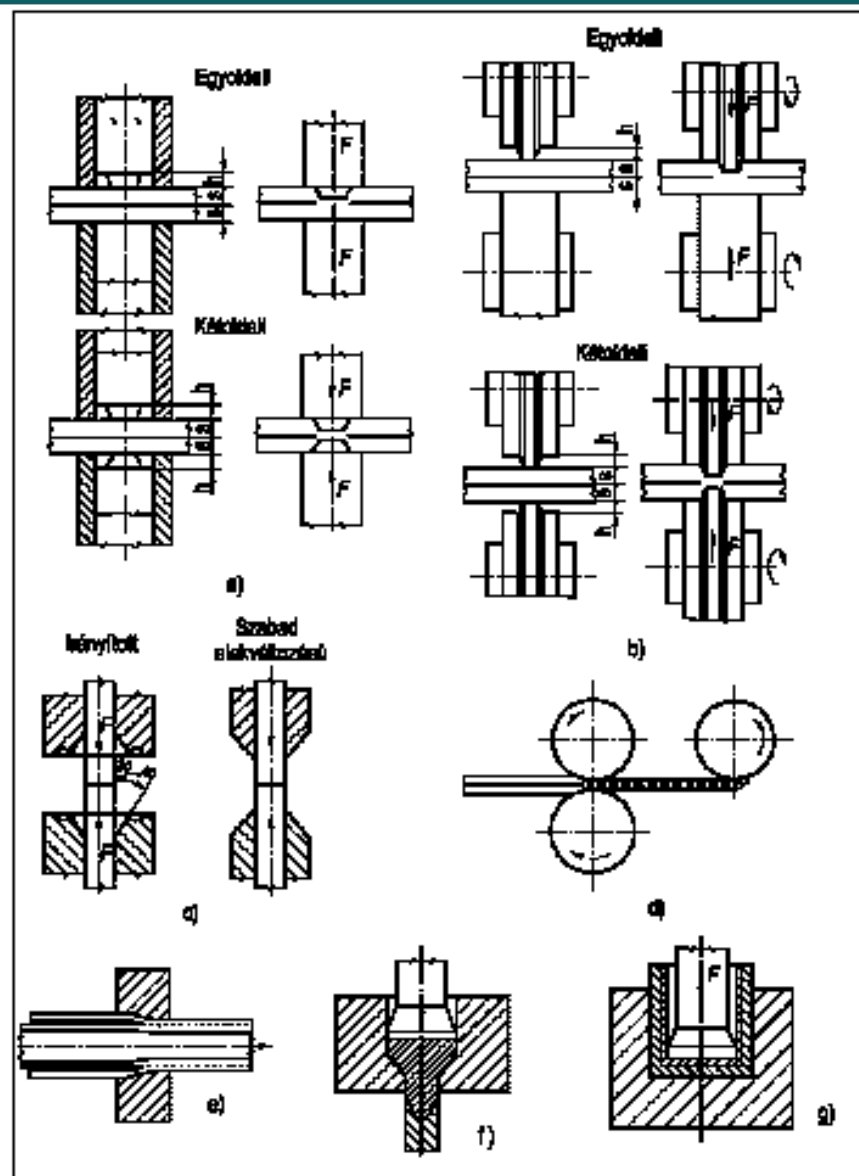
Dr. Orbulov Imre Norbert

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Sajtoló hegesztési
eljárások hőbevitel
nélkül

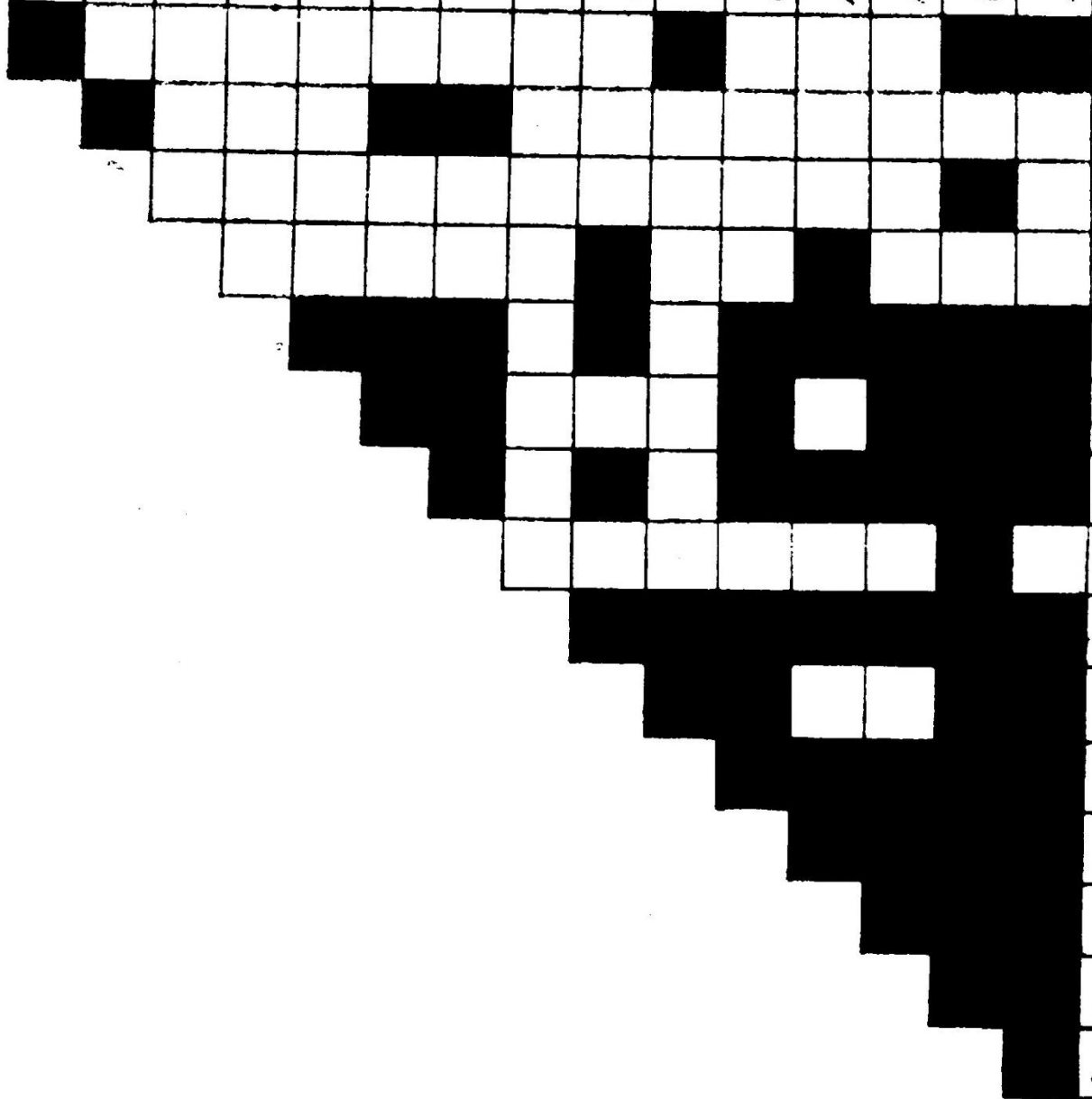
- Fémfelületek kohéziós kapcsolata megfelelően nagy nyomás alatt
- Hőbevitel nincs
- A nyomás hatására képlékeny alakváltozás jön létre, az atomok rácsparaméternyire kerülnek
- A képlékeny alakítás biztosítja a rácssíkok párhuzamosságát és a szükséges gerjesztett állapotot

- Ponthegesztés
 - Egyoldali
 - Kétoldali
- Vonalhegesztés
 - Egyoldali
 - Kétoldali
- Tompahegesztés
- Hengerléses hegesztés
- Húzásos hegesztés
- Előrefolyatásos hegesztés
- Hátrafolyatásos hegesztés



- Villamosipari vezetékek, csatlakozók, érintkezők hegesztése
- Áramvezető sínek hegesztése
- Réz felső vezetékek hegesztése
- Nemesfém érintkezők hegesztése
- Kábelburkolatok hegesztése
- Csövek, tartályok hegesztése
- Bimetálok készítése (például Al – Cu)

Ti Cd Be Pd Pt Sn Pb W Zn Fe Ni Au Ag Cu Al



Titán

Kadmium

Berillium

Palladium

Platina

Ón

Ólom

Wolfram

Horgany

Vas

Nikkel

Arany

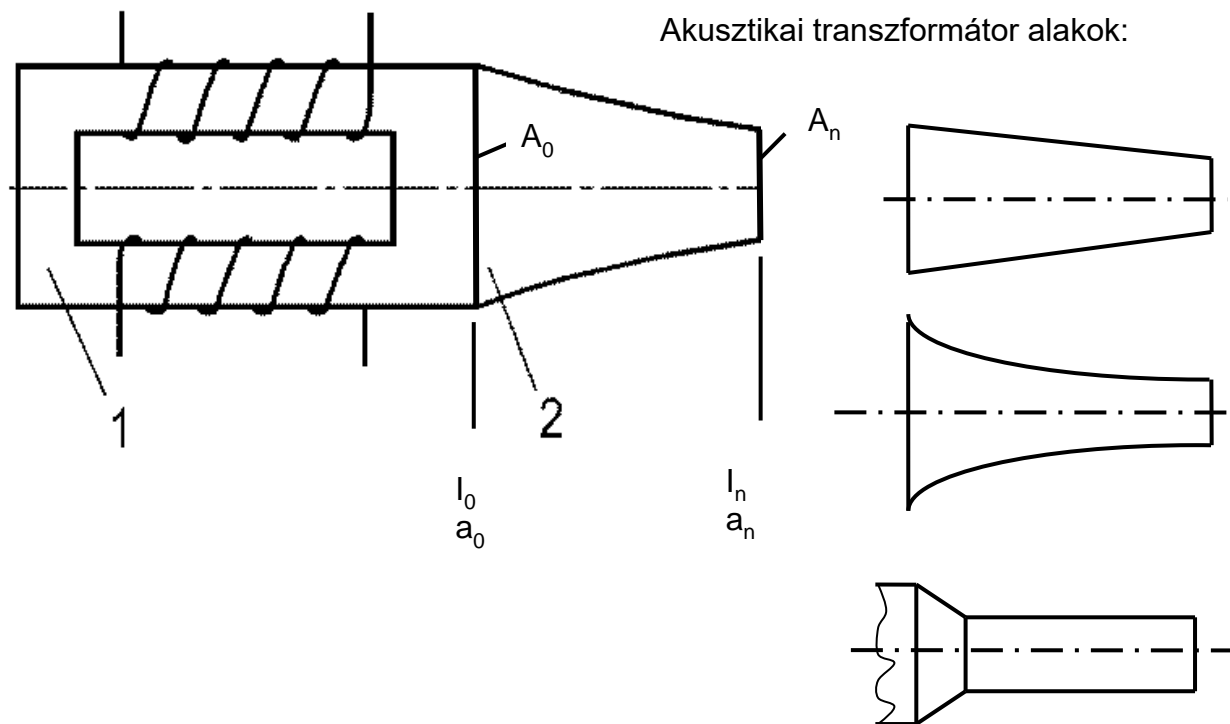
Ezüst

Réz

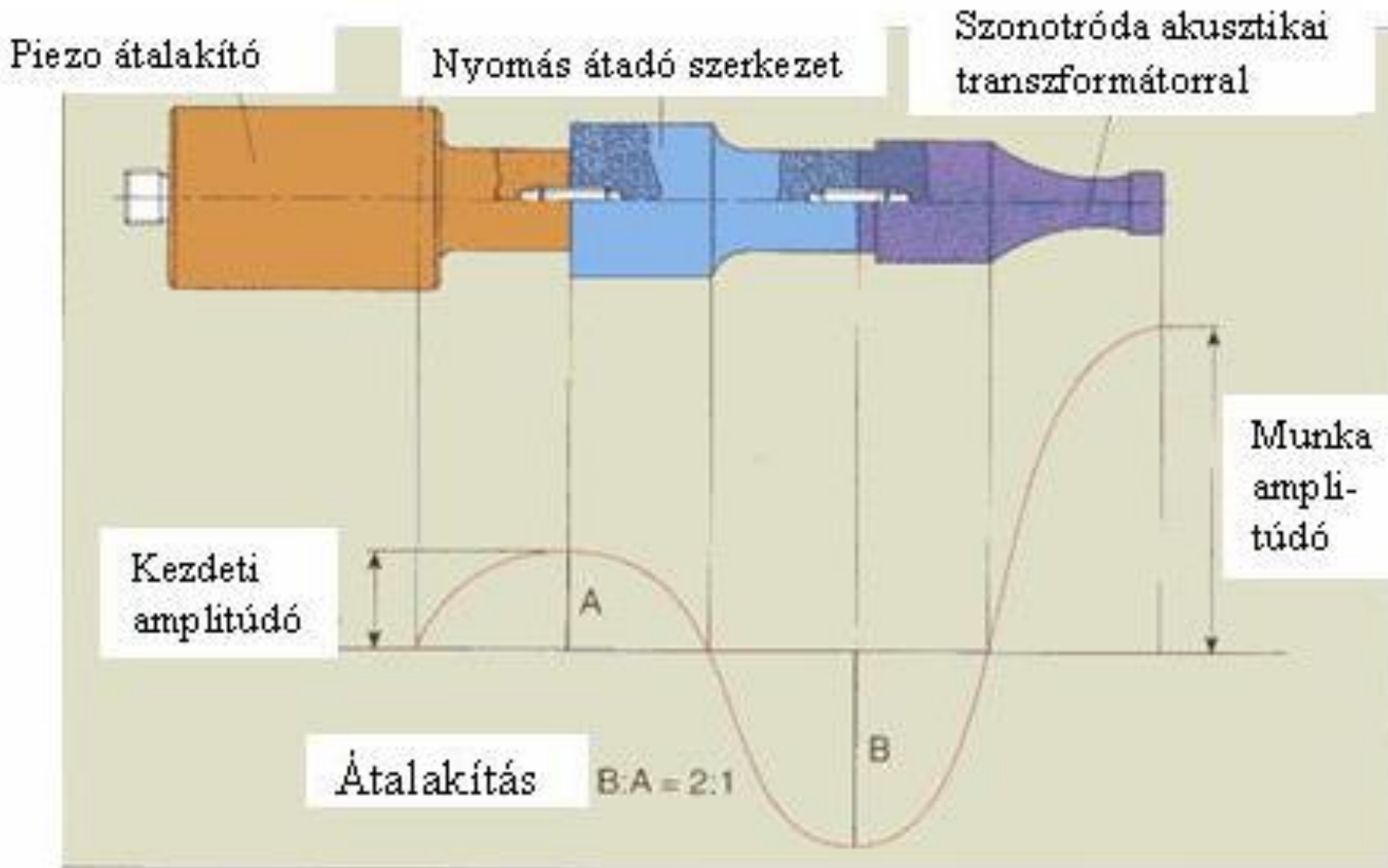
Aluminium

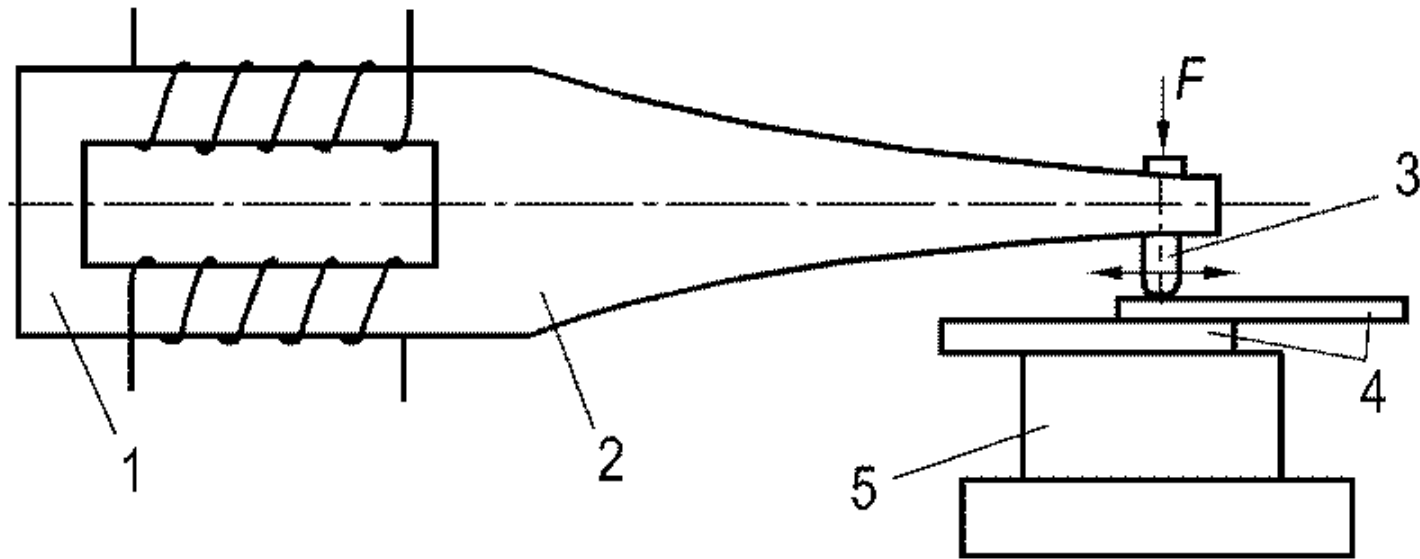
- Az egyik darabot ultrahangosan rezgetik (>20 kHz) erőhatás alatt
- Helyi súrlódás és melegedés lép fel
- A kötést az alakváltozás és az újrakristályosodás hozza létre
- Ultrahangot átalakítóval állítják elő
 - Magnetostrikciós eljárás
 - Piezo elektromos eljárás (újabbán gyakoribb)

- **Magnetostrikció:** ferromágneses anyagok mágneses térben megváltoztatják a hosszukat. Ultrahang frekvenciával változó mágneses térben a hosszváltozás is ultrahang frekvenciával játszódik le
- **Piezoelektromosság:** némely kristály (kvarc, bárium-titanát) adott irányú feszültség hatásra változtatja a méretét. Ha a feszültség ultrahang frekvenciával változik, akkor a hosszváltozás is ultrahang frekvenciával játszódik le

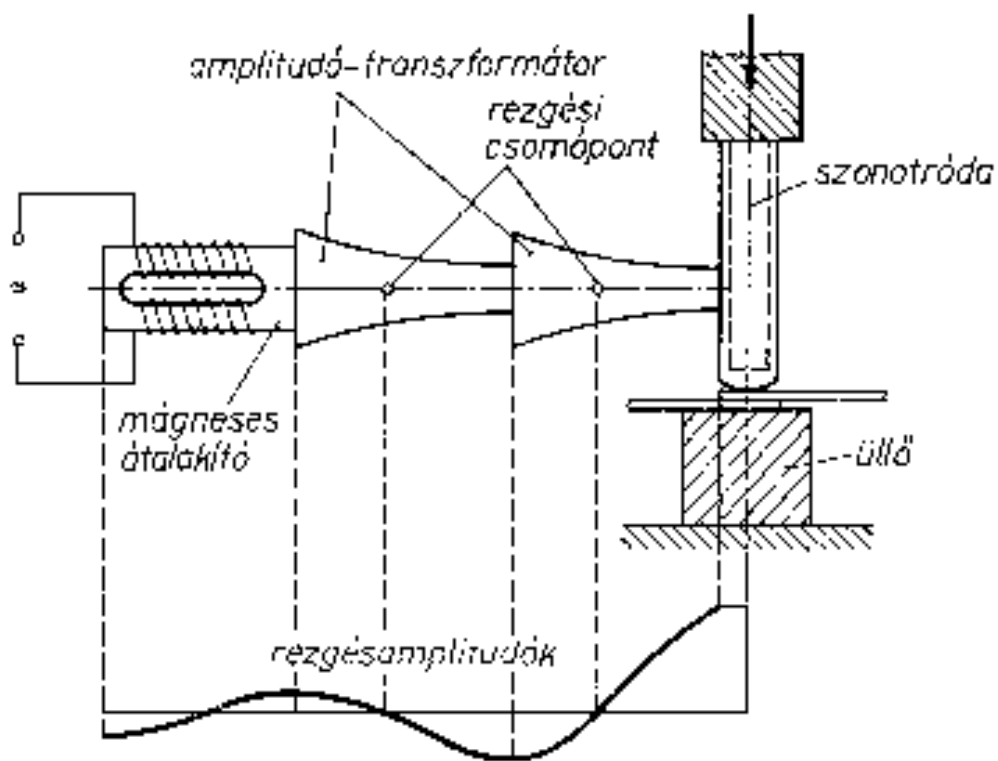


A rezgést a rezgő (1) hozza létre, a rezgő végénél levő amplitúdó és a rezgés intenzitása az akusztikai transzformátorral (2) a keresztmetszetek arányában erősíthető

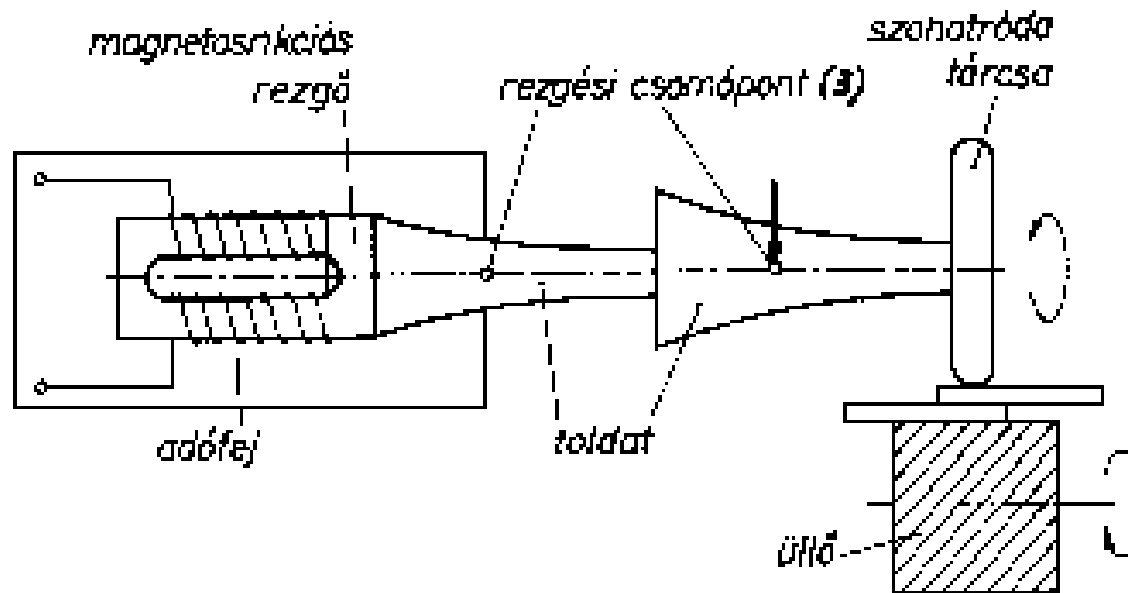




A rezgést a rezgő (1) hozza létre, a rezgő végénél levő amplitúdó és a rezgés intenzitása az akusztikai transzformátorral (2) a keresztmetszetek arányában erősíthető. Az üllőre (5) felfektetett daraboknak (4) a rezgést a szonotróda adja át erőhatás alatt.



- Elektrotechnika
- Elektronika
- Huzalok



- Csomagolástechnika
- Teás- kávé zacskók zárása, konzervek zárása

- Sok vegyes kötéshez jó
- Nincs hőhatásövezet
- Jó mechanikai tulajdonságok
- Nagyon vékony elemek
- Az alkatrészek alig deformálódnak
- Nem kell tisztítás
- Kis teljesítmény kell
- Legfeljebb néhány mm vastagságig
- Magnetostrikiós átalakítók rossz hatásfokúak (piezo jó!)
- Kötések közti távolság fontos
- A kötési szilárdság szór (10% elfogadható)

- Hegesztési idő
 - 0,1...3 s
 - Hegesztési erő
 - 100...1000 N
 - Amplitúdó
 - 5...35 μm
 - Frekvencia
 - 15...60 kHz
 - Teljesítmény
 - 0,01...10 kW
- Elektronika, elektrotechnika
 - Élelmiszeripar
 - Csomagolástechnika
 - Autóipar
 - Gépipar

Al	Be	Pb	Ge	Üveg	Au	Cu	Cu-Ni	Mg	Sr	Mo	Ni	Nb	Pd	Pt	Ag	Si	Acél	Acél (rozsa)	Ta	Ti	V	W	Zn	Sn	Zr		
■	■																										Alumínium
■	■																										Berillium
		■																									Ólom
			■																								Germanium
				■																							Üveg
					■																						Arany
						■																					Réz
							■																	⊗			Réz-nikkel
								■																			Magnezium
									■																		Sárgaréz
										■																	Molibdén
											■																Nikkel
												■															Niob
													■														Palládium
														■													Platina
															■												Ezüst
																■											Szilícium
																	■										Acél
																		■									Acél (rozsa)
																			■								Tantal
																				■							Titán
																					■						Vanádium
																						■					Wolfram
																							■				Horgany
																								■			Ón
																									■		Cirkon

■ *Hegeszthető*

□ *Nincs vizsgálva*

⊗ *Eddig nem hegeszthető*

Ultrahangos hegesztés

2:44

http://www.youtube.com/watch?v=Fvw_ZadxFrQ

Ultrahangos vágás

1:09

<http://www.youtube.com/watch?v=d7kd6zljfc>

Nagy energiasűrűségű hegesztési eljárások

- Elektronsugár olvasztja meg az anyagot (ömlesztő hegesztési eljárás)
- A katódból kilépő elektronokat nagyfeszültségű elektromos térrel gyorsítjuk
- A munkadarab az anóddal azonos potenciálon van, a bele ütköző elektronok lefékeződnek és energiájukat átadják
- A nagy energiasűrűség (10^8 Wcm^{-2}) okán a fém megolvad és elgőzölög, a varrat mélyül

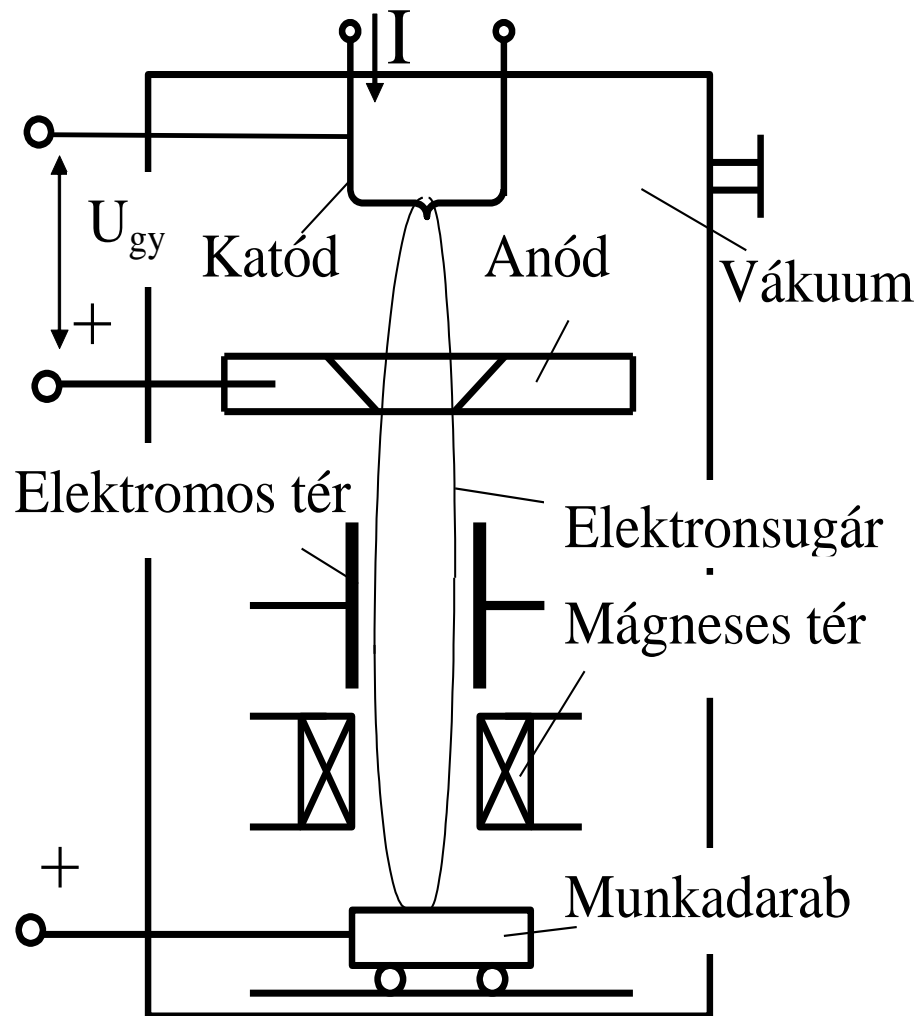
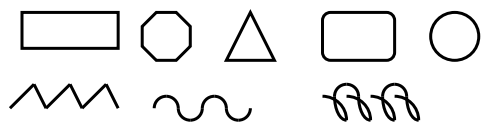
- Elektron sebessége a gyorsító feszültségtől függ

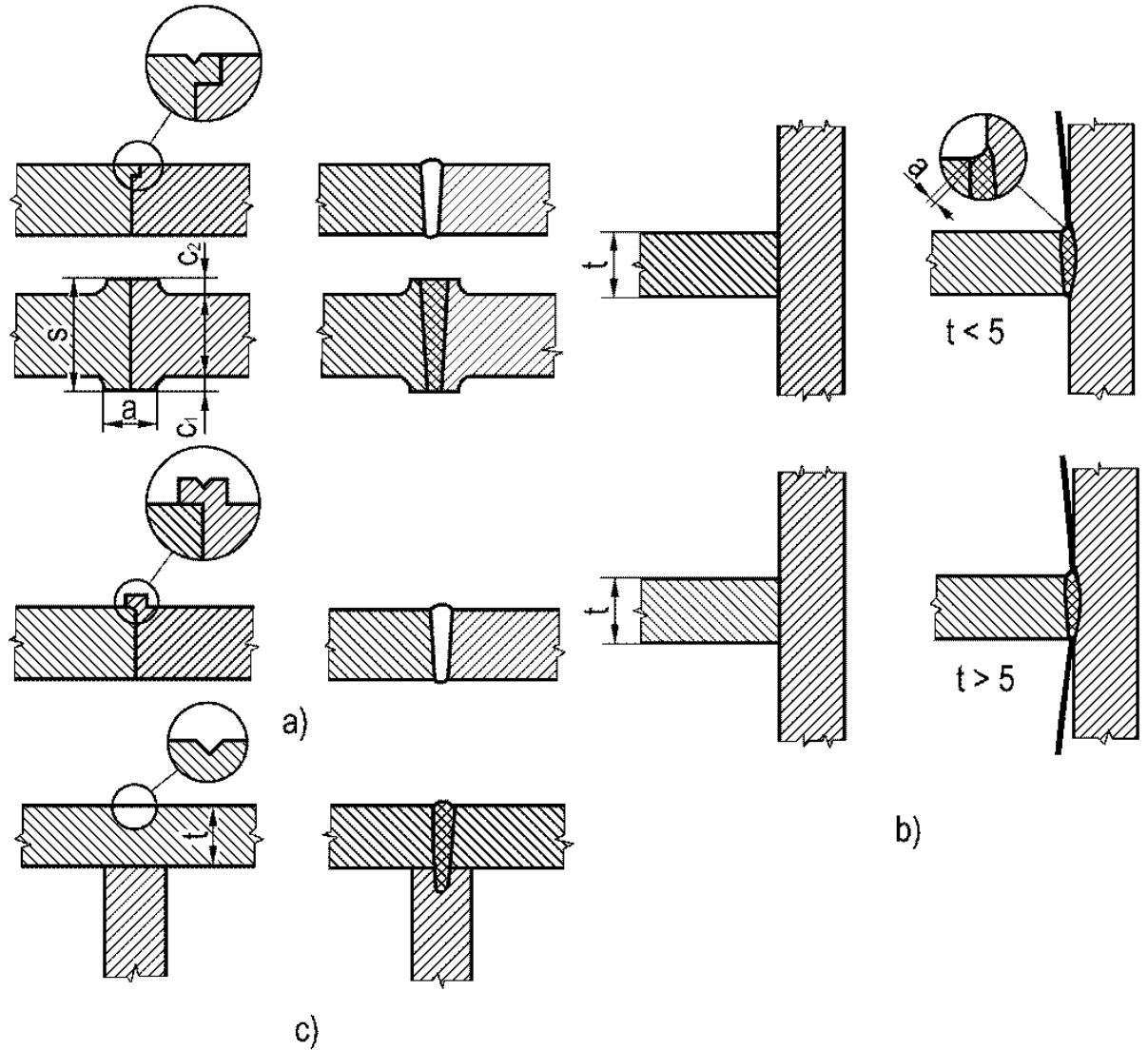
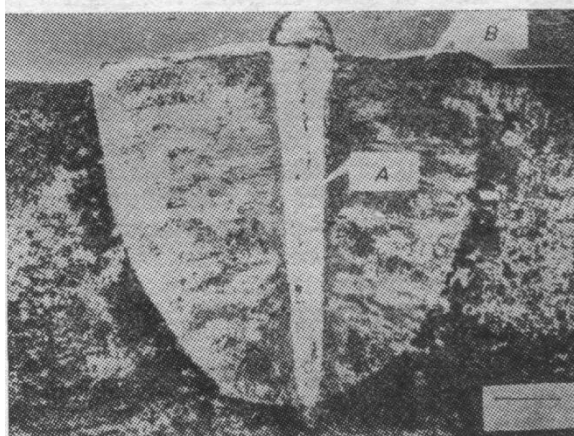
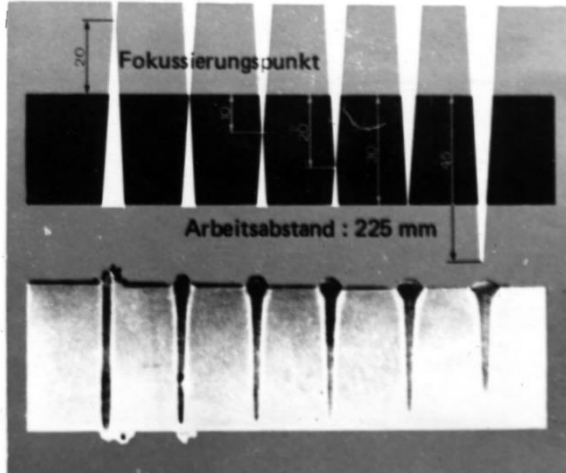
- $\sim 600U^{0,5} \text{ kms}^{-1}$

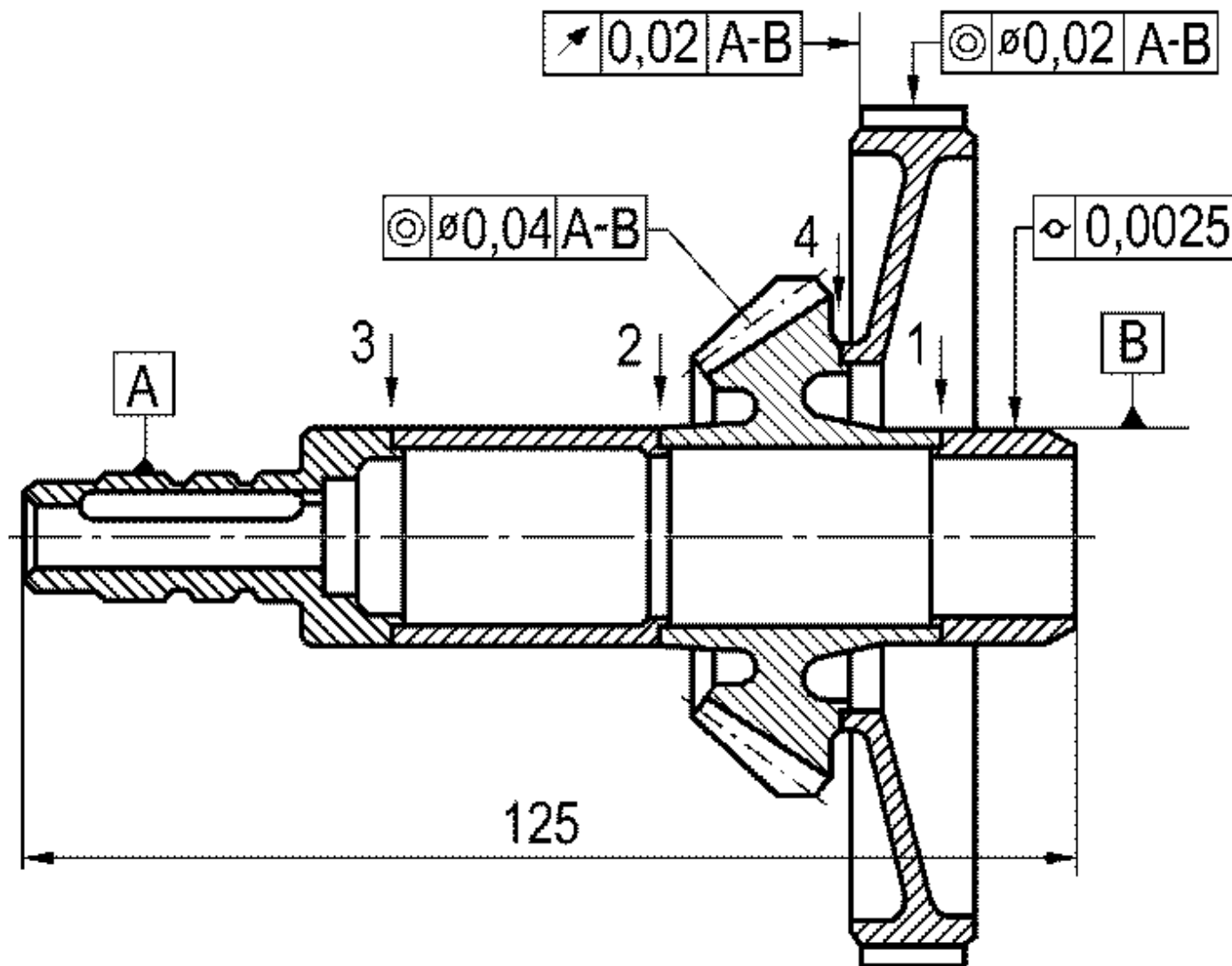
- Az elektronsugár fókuszálható

- Az elektronsugár irányítható

$$\vec{F} = e(\vec{v} \times \vec{B})$$





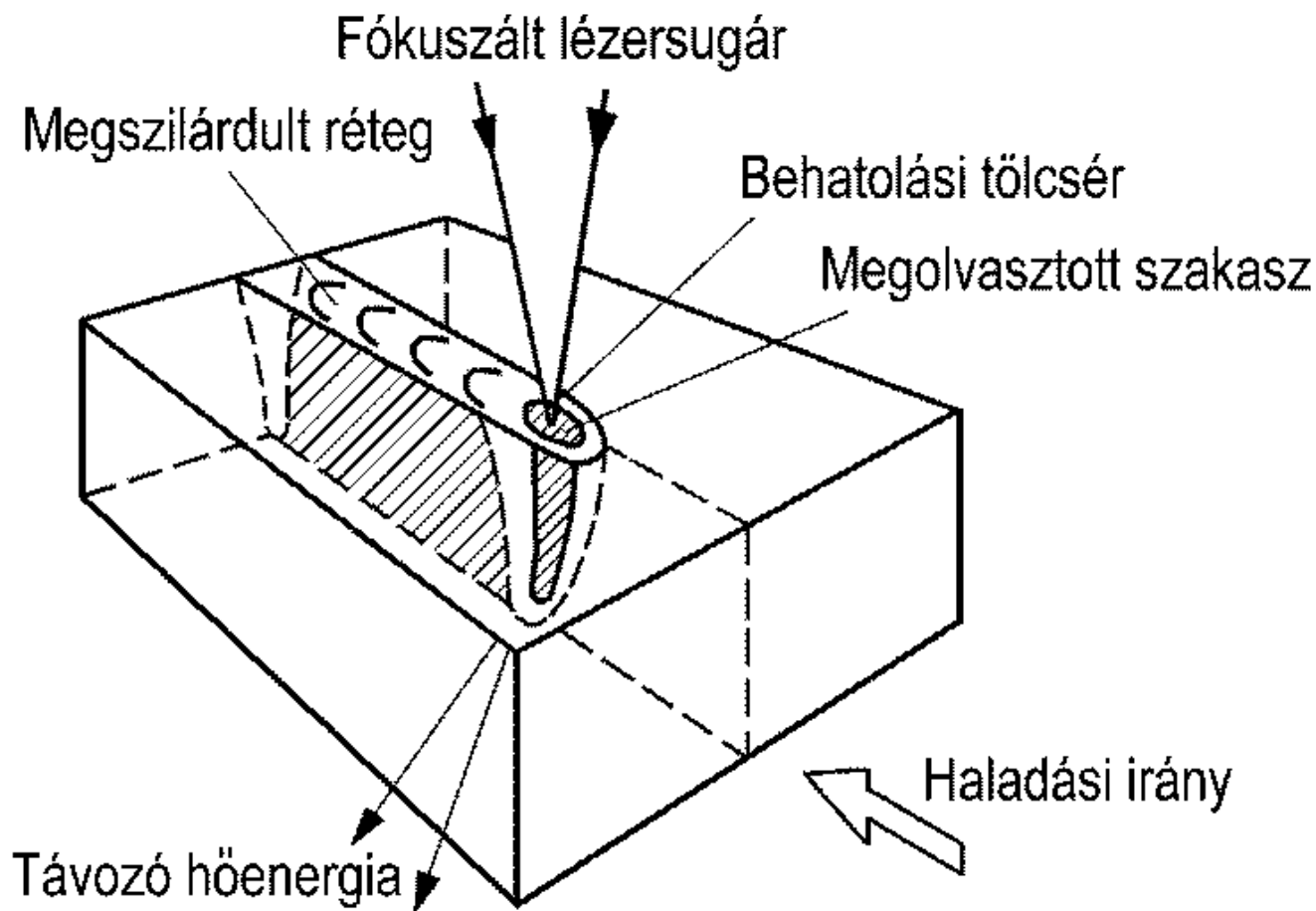


- Katódáram
 - 5...500 mA
- Gyorsító feszültség
 - 30...150 kV
- Hegesztési sebesség
 - 100...4800 mm/min
- Sugárteljesítmény
 - 1...60 kW
- Kamranyomás
 - 10^{-4} bar
- Minden anyag hegeszthető (kerámia is)
- Vákuumban a fémek tisztulnak
- Kedvező varratalak
- Belsőszülött darabok is
- Nincs elhúzóadás
- A kamra mérete korlát
- Hadiipar...

Elektronsugaras hegesztés 1:57

<http://www.youtube.com/watch?v=HvYcEEt4K0A>

- A szó jelentése: fényerősítés gerjesztett sugárzással
 - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- A lézersugár koherens és monokromatikus fénysugár
- A lézersugár jól fókuszálható
- A legnagyobb energiasűrűségű energiaforrás
- Hegesztés, vágás, felületi edzés stb.

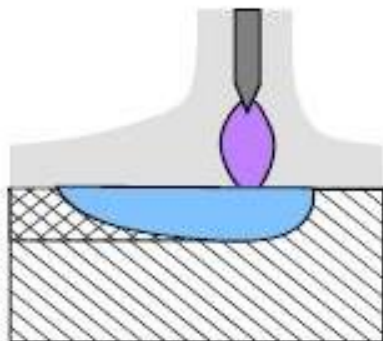


Akár 20 mm mély beolvadás is elérhető

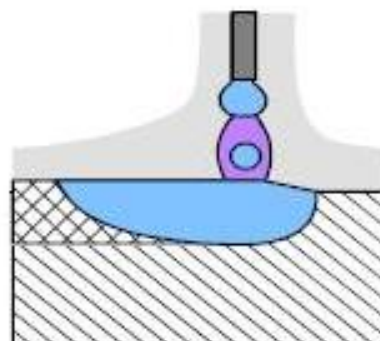
- Mély beolvadás
 - Vágás utáni azonnali hegesztés
 - Vegyes kötések is: fém – félvezető (processzor)
 - Vékony darabok átlapolt és peremkötése
 - Huzal kereszt- és párhuzamos kötése
- Lézerfény visszaverődése
 - Anyagminőség
 - Feketítés
 - Felületi érdesítés
 - Hullámhossz (kisebb jobb)



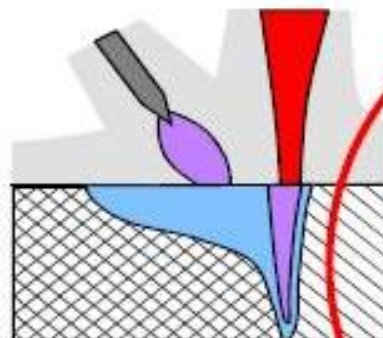
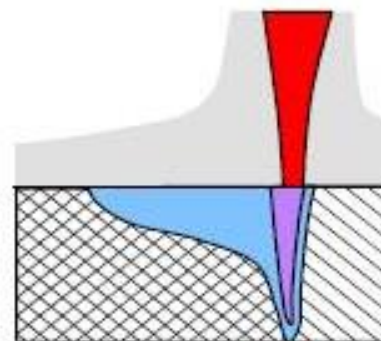
AWI - hegesztés



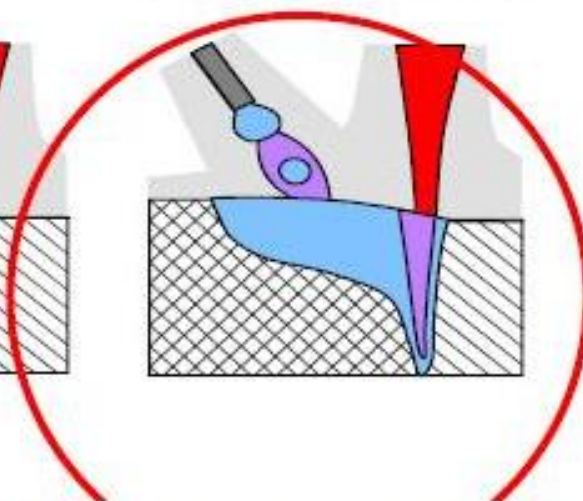
AFI - hegesztés



Lézer hegesztés



Hibrid Lézer - AWI
- hegesztés



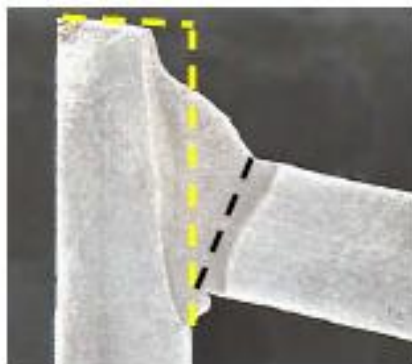
Hibrid Lézer - AFI - hegesztés

Sheared, 8 mm, 103°



$v = 0.8 \text{ m/min}$
 $P_L = 5.2 \text{ kW}$
 $P_{MIG} = 4.5 \text{ kW}$

Plasma cut, 6 mm, 102°

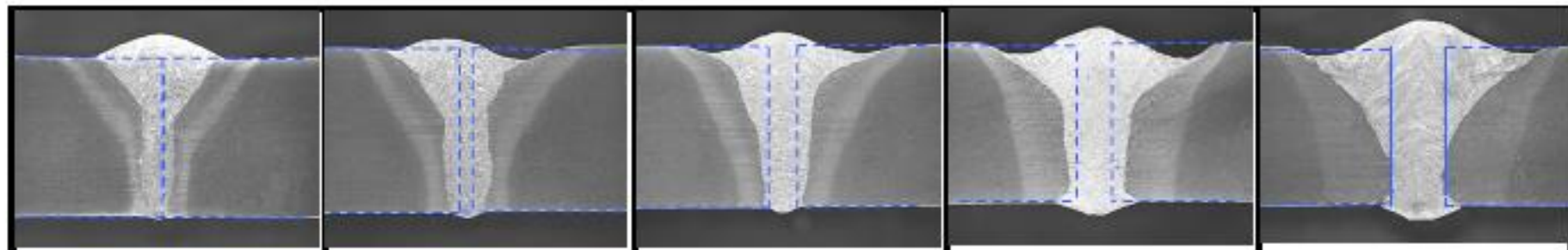


$v = 1.5 \text{ m/min}$
 $P_L = 5.2 \text{ kW}$
 $P_{MIG} = 5.0 \text{ kW}$

Sheared, 8 mm, 77°



$v = 0.8 \text{ m/min}$
 $P_L = 5.2 \text{ kW}$
 $P_{MIG} = 5.7 \text{ kW}$

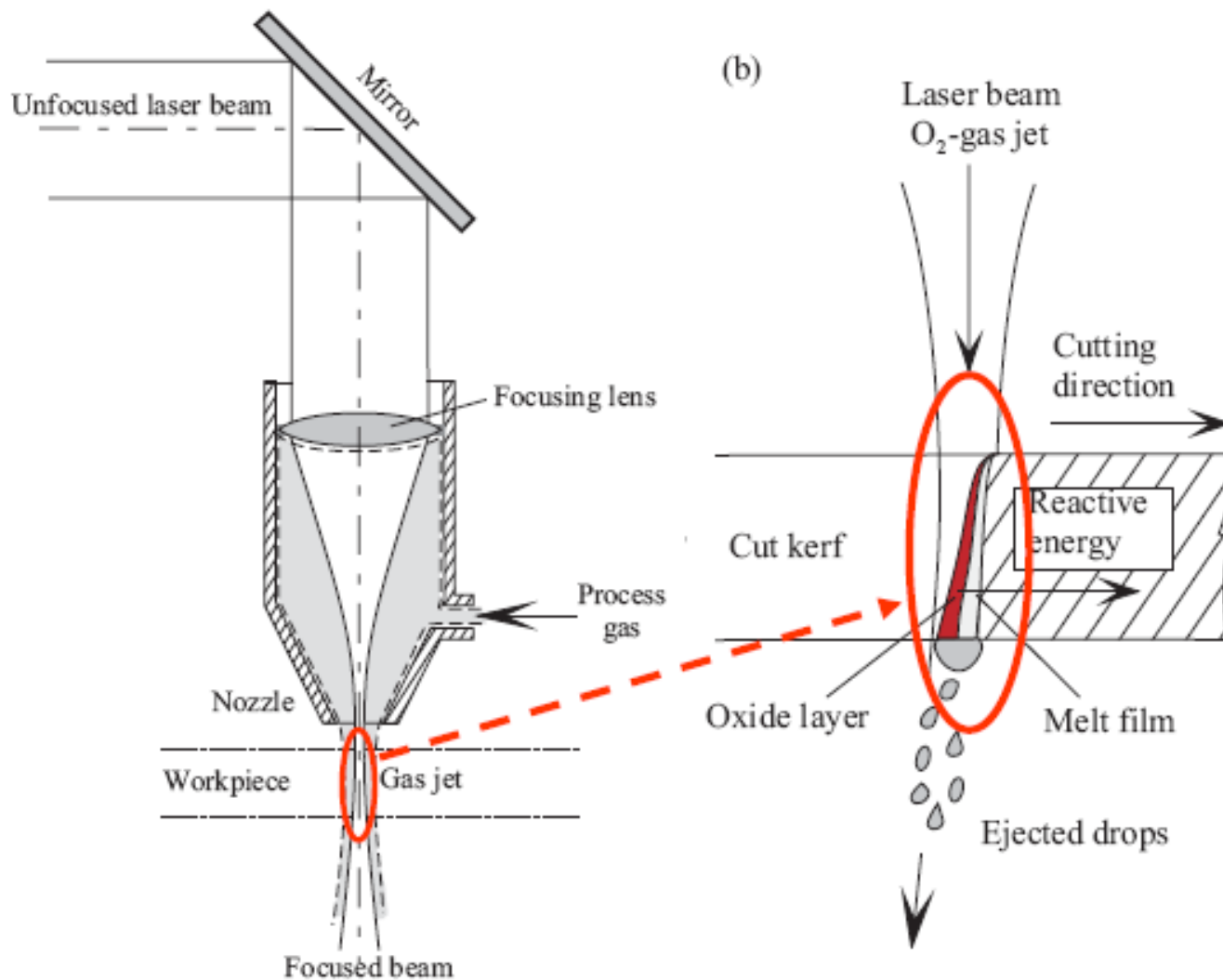


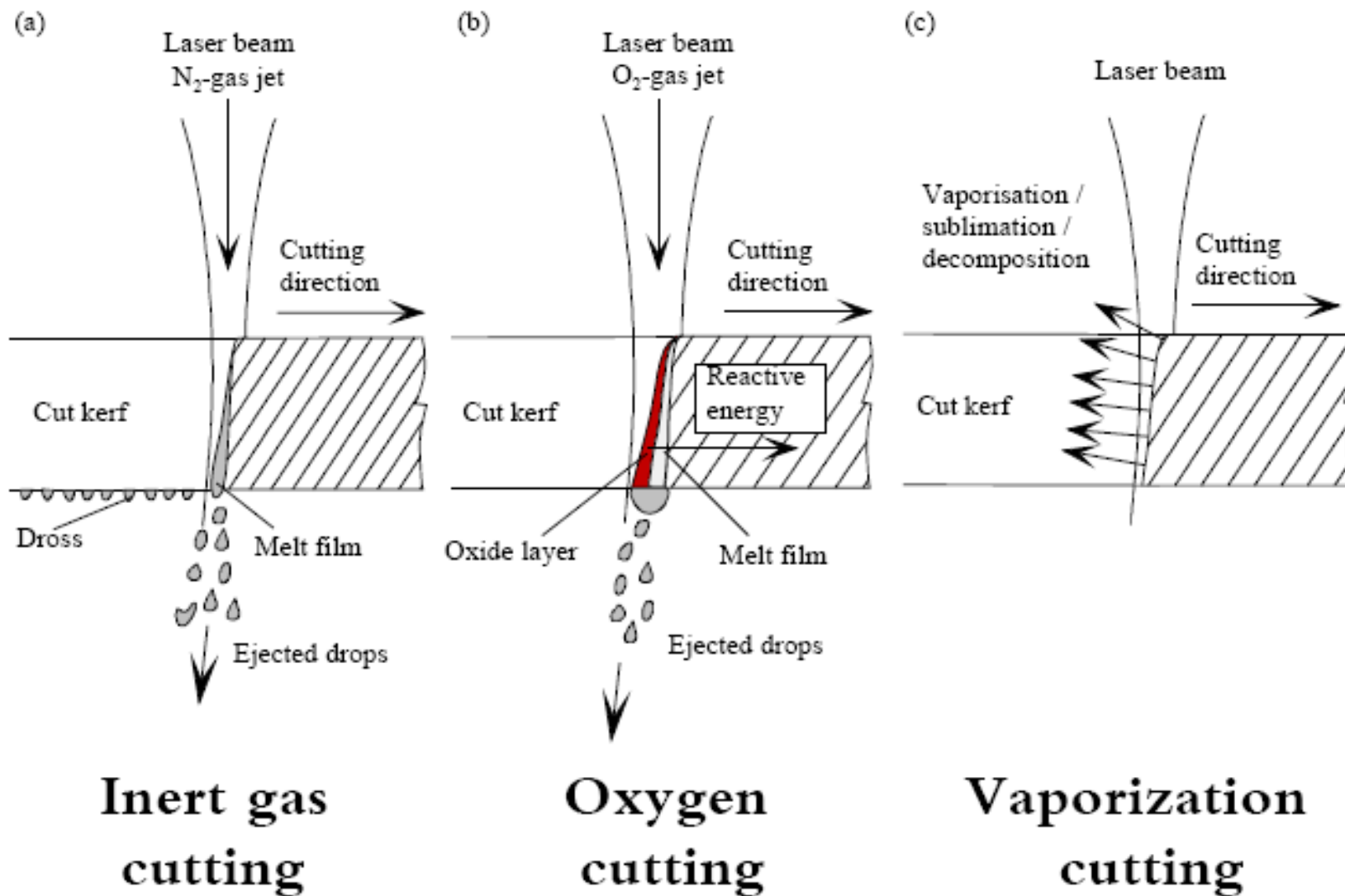
Butt: Gap 0 mm 2.0 mm



- Az anyagot előgőzöltetik és gázzal fúvatják ki







- Az ipar minden területén alkalmazzák
- Acéloknál akár 20 mm vastagságig használható
- Nagy pontosság, CNC vezérlés
- Magyarországon is elterjedt, több, mint 200 vágólézer

Lézervágás

3:02

<http://www.youtube.com/watch?v=JwfHj2YUzhU>

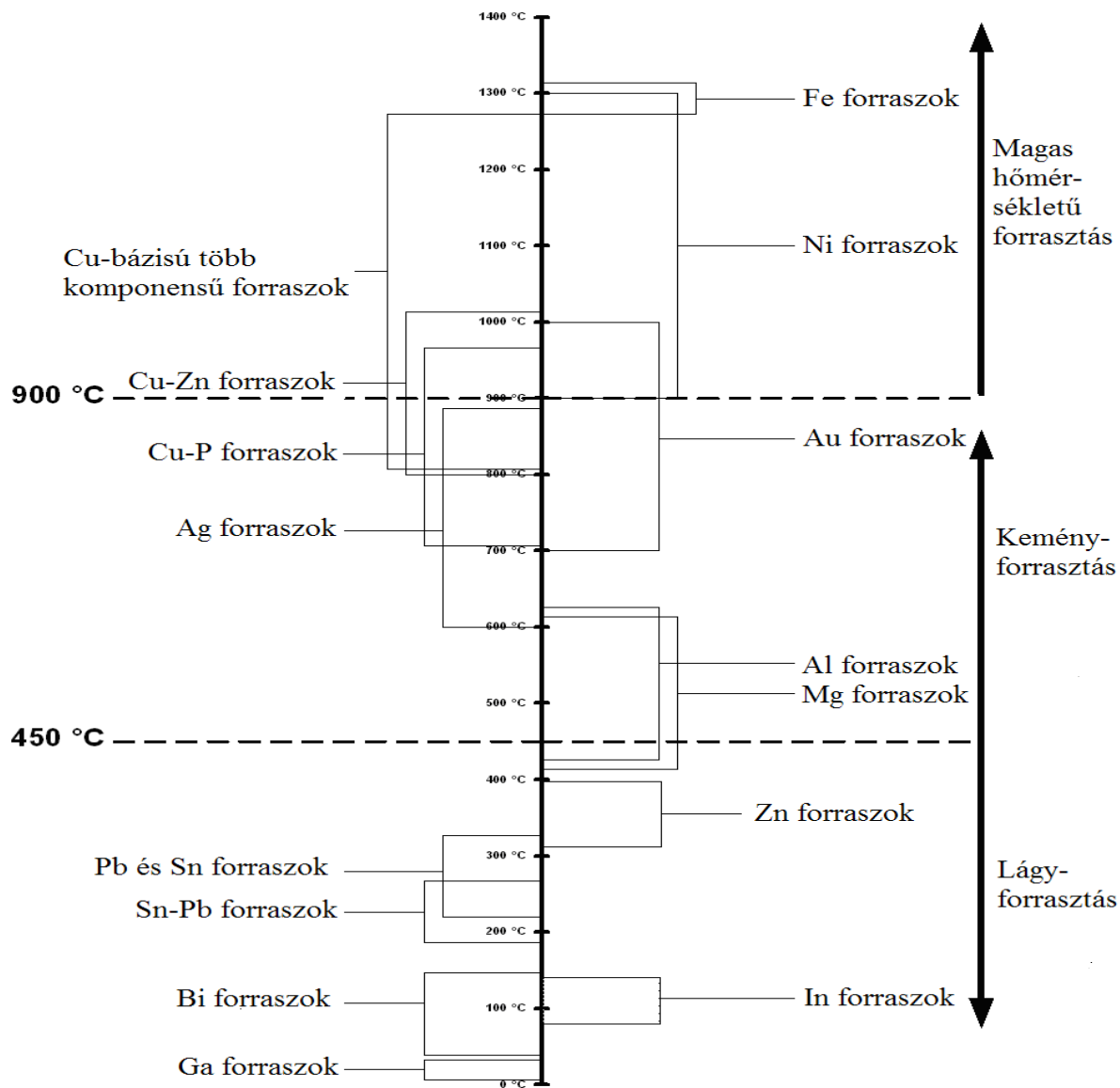
Forrasztás

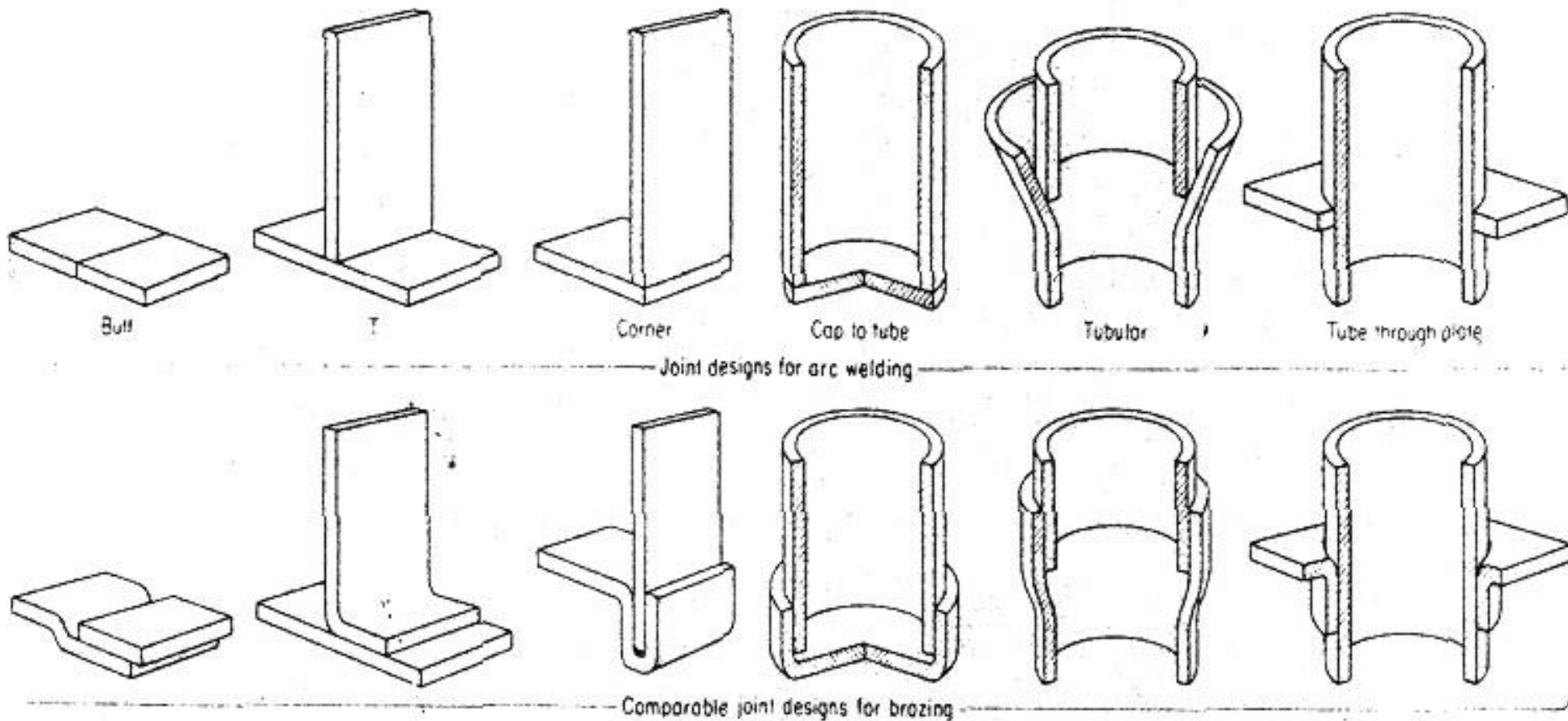
- A forrasztás is kötési anyaggal záró kötési technológia
- A kötendő alapanyagok nem (!) olvadnak meg, nem hegesztési eljárás
- Eljárásai
 - Lágyforrasztás $T < 450^{\circ}\text{C}$
 - Kemény forrasztás $T > 450^{\circ}\text{C}$

- Az összeillesztett darabok közti hézagokba folyik be a forraszanyag
- Tapadás, felületi diffúzió adja a kötést a forraszanyag kristályosodásakor
- A darabok közé hatolást segíti
 - Kapillaritás (hajszálcsövesség)
 - Hőmérsékleti gradiens
 - Gravitáció

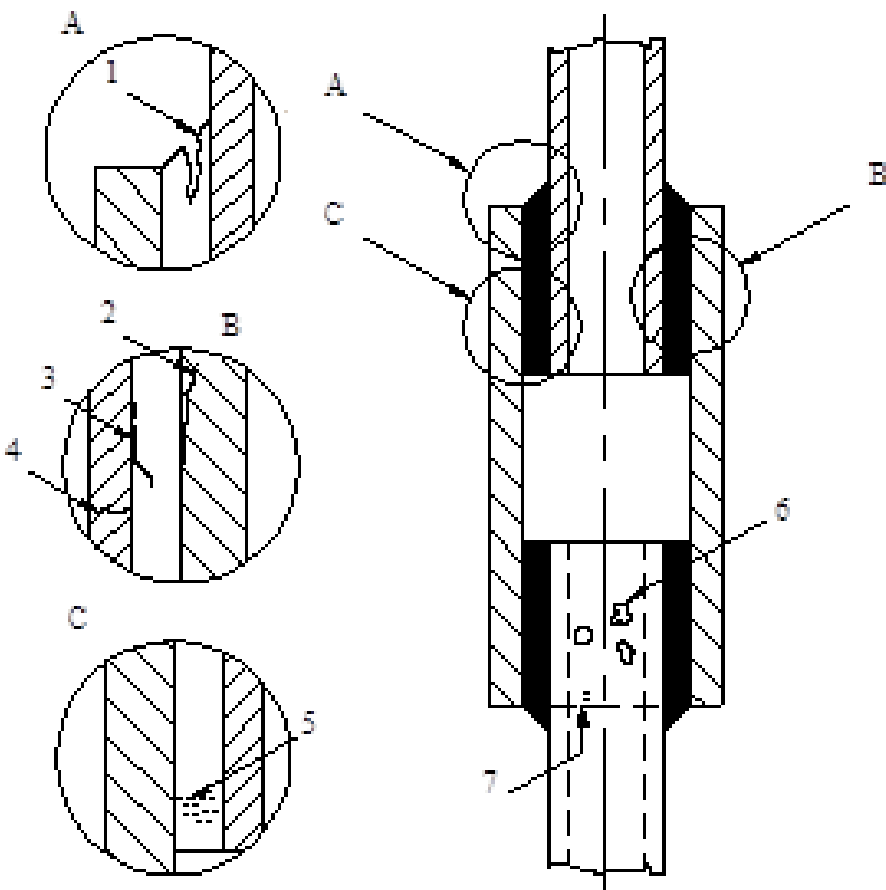
- A forraszanyag nedvesíti a munkadarabokat
 - Nedvesítési szög, $\theta < 90^\circ$
- A fémfelület tiszta (reve, oxid és zsírmentes)
 - Hevítéskor keletkező oxid eltávolítására folyósítószer alkalmaznak
- Fontos a kapilláris hatás kihasználása
- Fontos a diffúziós folyamatok hatása

Forrasanyagok





- Forrasztás hőmérséklete szerint
- A kötés alakja szerint
- A forraszanyag adagolási módja szerint
- A melegítés módja szerint
- Leggyakoribbak:
 - Lángforrasztás, kemenceforrasztás, indukciós forrasztás, mártó forrasztás, infrasugaras forrasztás, forrasztóhegesztés, ívforrasztás



- 1: repedés a forraszban
- 2: repedés az anyagban
- 3: határfelületi repedés
- 4: szemcseközi folyékony fém behatolás
- 5: keresztirányú repedés
- 6: Nagyméretű zárvány
- 7: Porozitás

- Roncsolásos

- Nyíróvizsgálat
- Szakítóvizsgálat
- Metallográfia
- Keménységmérés
- Lefejtő vizsgálat
- Hajlító vizsgálat

- Roncsolásmentes

- Szemrevételezés
- Penetrációs vizsgálat
- Ultrahangos vizsgálat
- Röntgen vizsgálat
- Tömörségvizsgálat
- Nyomáspróba

Hullámforrasztás

2:22

<http://www.youtube.com/watch?v=WXLv7MNjGL0>

OHV

<http://www.markmyprofessor.com/tanar/adatlap/3718.html>

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Orbulov Imre Norbert – orbulov@eik.bme.hu