



Anyagtudomány és Technológia Tanszék



Hegesztés és rokon technológiák

Dr. Palotás és Prof. Kaplan nyomán


Fémek technológiája

Dr. Orbulov Imre Norbert
Anyagtudomány és Technológia Tanszék


1

Sajtoló hegesztési eljárások hőbevitel nélkül

2



Hidegsajtoló hegesztés



- 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 rácscsíkok párhuzamosságát és a szükséges gerjesztett állapotot

3



Ultrahangos hegesztés



- 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 (újabban gyakoribb)

7 / 48

7



Ultrahang előállítás



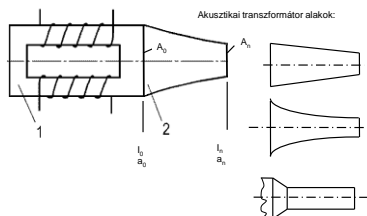
- Magnetostrikció: ferromágneses anyagok mágneses térben megváltoztatják a hosszukat. Ultrahang frekvenciával változó mágneses térben a hosszváltozás is ultrahang frekvenciával játszódik le
- Piezoelektromosság: némely kristály (kvarc, bárium-titanát) adott irányú feszültség hatásra változtatja a méretét.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

8 / 48

8




Az ultrahang koncentrálható

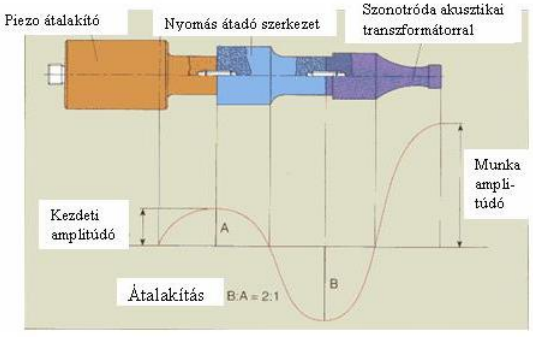


A rezgést a rezgő (1) hozza létre, a rezgő végénél levő amplitúdó és a rezgés intenzitása az akusztiikai transzformátorral (2) a keresztmetszetek arányában erősíthető

9 / 48

9

att Piezoelektromos esetben 




Piezo átalakító Nyomás átvadó szerkezet Szonotróda akusztikai transzformátorral

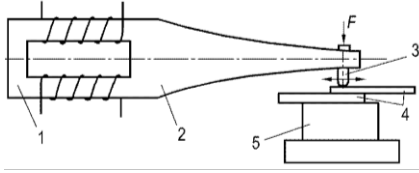
Kezdeti amplitúdó Munka amplitúdó

Átalakítás $B:A = 2:1$

10 / 48

10

att Magnetostrikciós esetben 




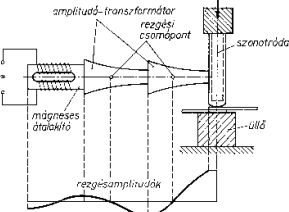
1 2 3 4 5

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.

11 / 48

11

att Ultrahangos ponthegesztés 



amplitúdó-transzformátor rezgési csomópont szonotróda üllő

mágneses átalakító rezgésamplitúdók

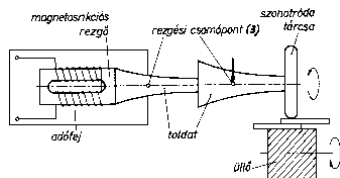
- Elektrotechnika
- Elektronika
- Huzalok

12 / 48

12



Ultrahangos vonalhegesztés



- Csomagolástechnika
- Teás- kávék zacskók zárása, konzervek zárása

13 / 48

13



Előnyök és hátrányok



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sok vegyes kötéshez jó • Nincs hőhatásövezet • Jó mechanikai tulajdonságok • Nagyon vékony elemek • Az alkatrészek alig deformálódnak • Nem kell tisztítás • Kis teljesítmény kell | <ul style="list-style-type: none"> • Legfeljebb néhány mm vastagságig • Magnetostríkción átalakítók rossz hatásfokúak (piezo jó!) • Kötések közti távolság fontos • A kötési szilárdság szór (10% elfogadható) |
|--|--|

14 / 48

14



Paraméterek és alkalmazás



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Hegesztési idő <ul style="list-style-type: none"> • 0,1...3 s • Hegesztési erő <ul style="list-style-type: none"> • 100...1000 N • Amplitúdó <ul style="list-style-type: none"> • 5...35 μm • Frekvencia <ul style="list-style-type: none"> • 15...60 kHz • Teljesítmény <ul style="list-style-type: none"> • 0,01...10 kW | <ul style="list-style-type: none"> • Elektronika, elektrotechnika • Élelmiszeripar • Csomagolástechnika • Autóipar • Gépipar |
|--|---|

15 / 48

15

Nagy energiasűrűségű hegesztési eljárások

19

att Elektron sugaras hegesztés

- Elektron sugár olvasztja meg az anyagot (ömlesztő hegesztési eljárás)
- A katódból kilépő elektronokat nagyfeszültségű elektromos térrel gyorsítjuk
- A munkadarab az anóddal azonos potenciál 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

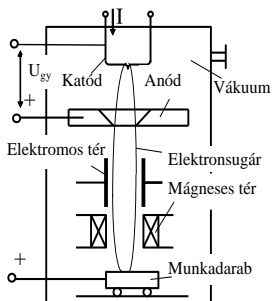
20 / 48

20

att Felépítés

- Elektron sebessége a gyorsító feszültségtől függ
 - $\sim 600U^{0,5} \text{ kms}^{-1}$
- Az elektron sugár fókuszálható
- Az elektron sugár irányítható

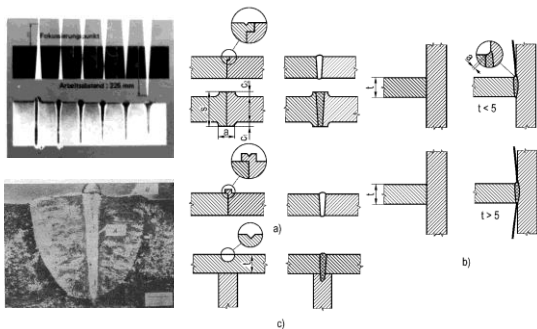
$$\vec{F} = e(\vec{v} \times \vec{B})$$



21 / 48

21

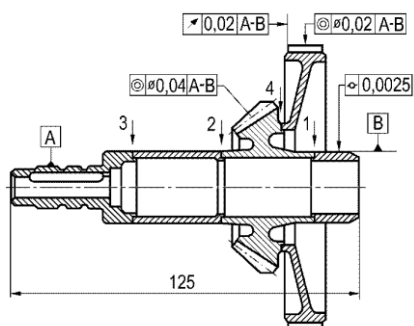
att Varrat alak



22 / 48

22

att Alkalmazási példa



23 / 48

23

att Paraméterek és alkalmazás

- 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
- Belsőszűlött darabok is
- Nincs elhúzóadás
- A kamra mérete korlát
- Hadiipar...

24 / 48

24

Elektronsugaras hegesztés

1:57

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

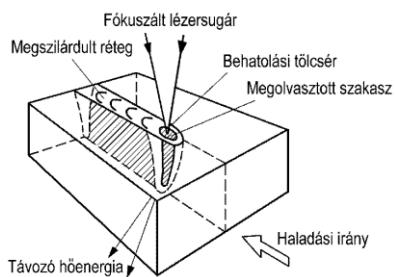
25



- 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.

26 / 48

26



Akár 20 mm mély beolvadás is elérhető

27 / 48


27

att Előnyök és korlátok 

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

28 / 48

28

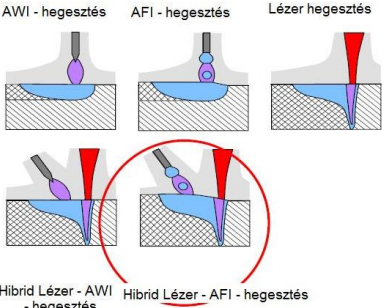
att Lézerhegesztés az autóiparban 



29 / 48

29

att Hibrid lézersugaras hegesztés 



30 / 48

30

Forrasztás

37



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 $T > 450^{\circ}\text{C}$

38 / 48

38



Forrasztás



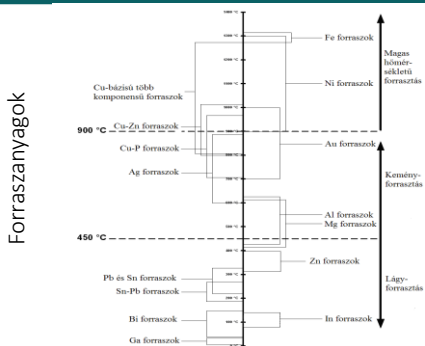
- Az összeillesztett darabok közti hézagokba folyik be a forraszanyag
- Tapadás, felületi diffúzió adja a kötést a forraszanyag kristályosodásakor
- A darabok közé hatolás segíti
 - Kapillaritás (hajszálcsovesség)
 - Hőmérsékleti gradiens
 - Gravitáció

39 / 48

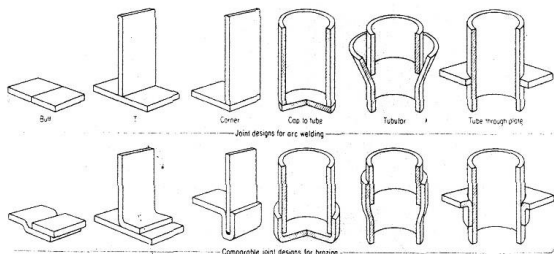
39

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

40



41



42



Forrasztások csoportosítása



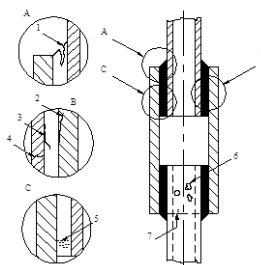
- Forrasztás hőmérséklete szerint
- A kötés alakja szerint
- A forrasztóanyag adagolási módja szerint
- A melegítés módja szerint
- Leggyakoribbak:
 - Lángforrasztás, kemenceforrasztás, indukciós forrasztás, mártó forrasztás, infrasugaras forrasztás, forrasztóhegesztés, ívforrasztás

43 / 48

43



Tipikus forrasztási hibák



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

44 / 48

44



Forrasztott kötések vizsgálata



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Roncsolásos <ul style="list-style-type: none"> • Nyíróvizsgálat • Szakítóvizsgálat • Metallográfia • Keménységmérés • Lefejtő vizsgálat • Hajlító vizsgálat | <ul style="list-style-type: none"> • Roncsolásmentes <ul style="list-style-type: none"> • Szemrevételezés • Penetrációs vizsgálat • Ultrahangos vizsgálat • Röntgen vizsgálat • Tömörségvizsgálat • Nyomáspróba |
|--|---|

45 / 48

45
