



Anyagtudomány és Technológia Tanszék



Anyagismeret

# Fémipari technológiák

Képlékenyalakító eljárások

Kötéstechnológiák

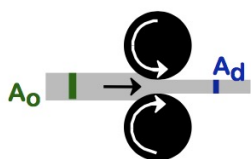
Additív gyártás

Dr. Mészáros István Attila

1

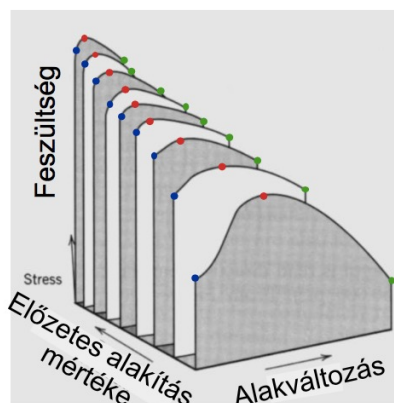
## Hidegalakítás

### Hengerlés



$$q = (A_0 - A_d) / A_0 * 100 \%$$

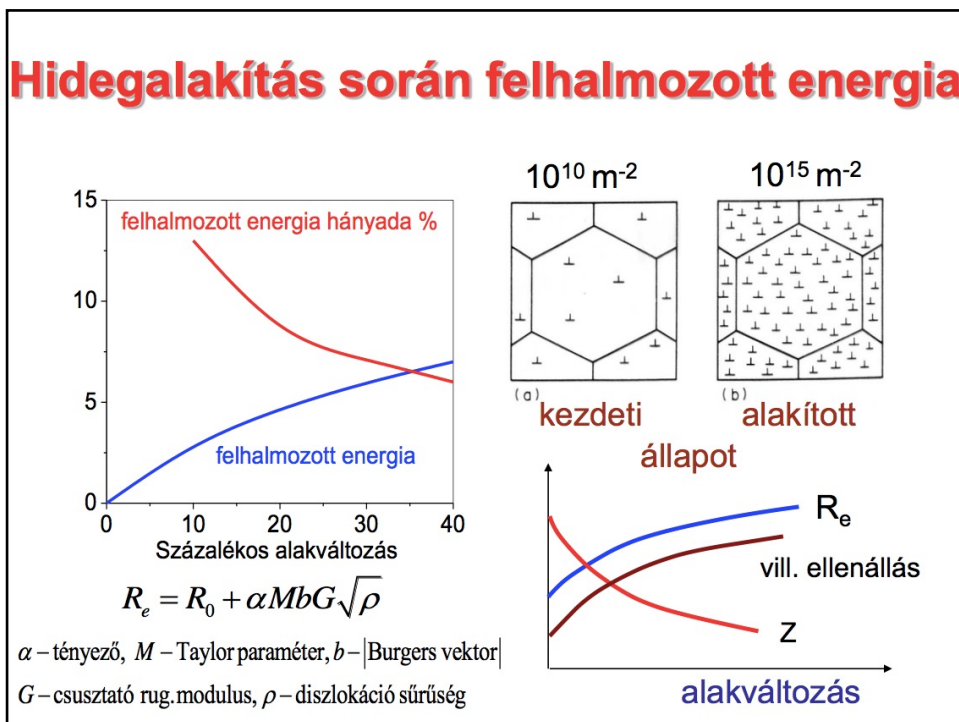
$$q \approx (h_0 - h_d) / h_0 * 100 \%$$



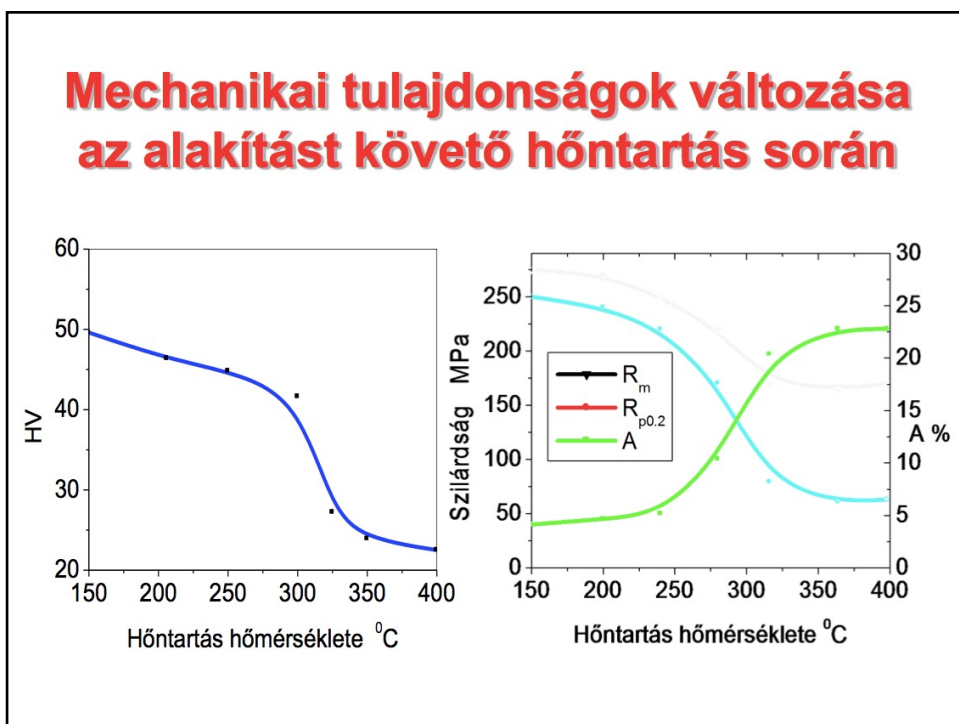
A szilárdság nő, a szívósság csökken.

A rácshibasűrűség és a felhalmozott energia nő.

2

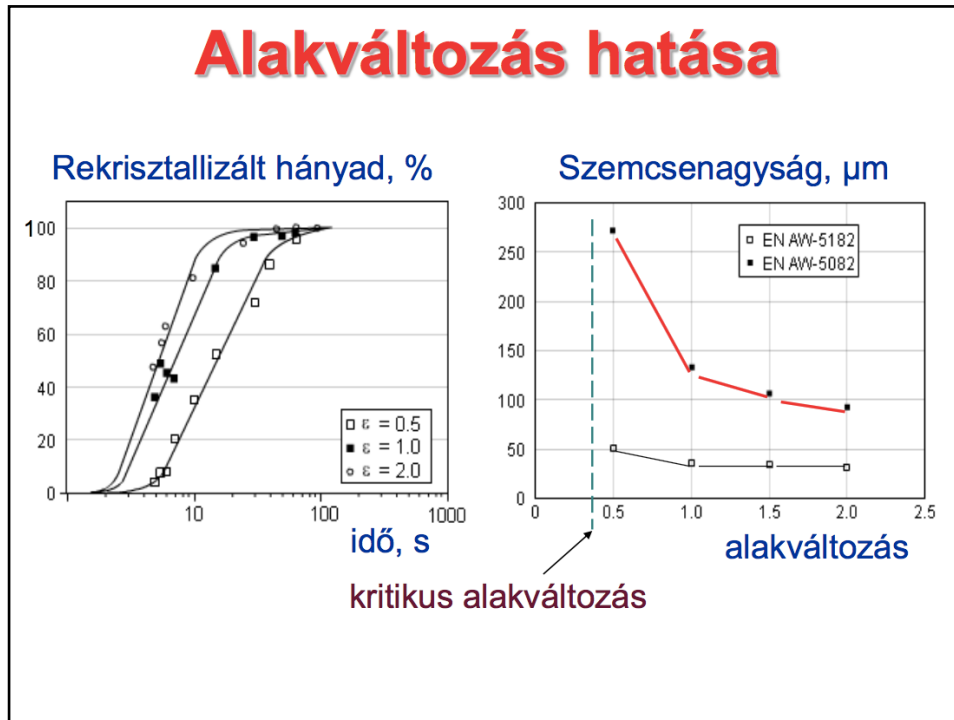


3



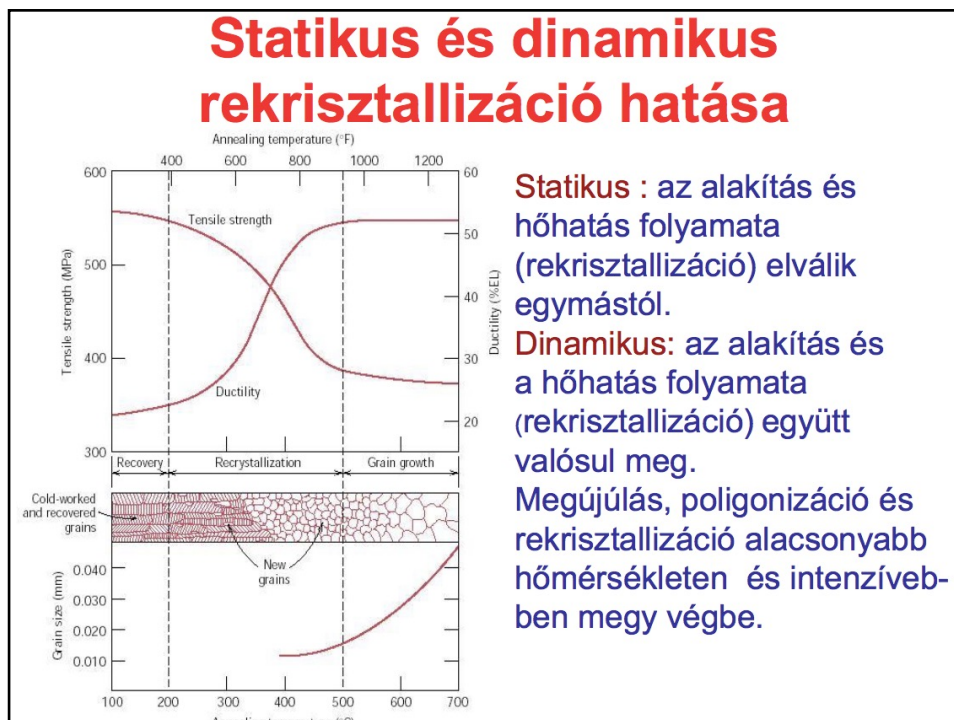
4

## Alakváltozás hatása



5

## Statikus és dinamikus rekristallizáció hatása



6

## Hideg- és melegalakítás

- **Hidegalakítás jellemzői** ( $T/T_{olv} < 0.3$ )

Keményedés, alakváltozási képesség fokozatos kimerülése, szemcsék megnyúlása, diszlokáció sűrűség növekedése. Méretpontosabb termék, jobb felületi minőség, nagyobb fajlagos szerszámterhelés. A nagymértékű hidegalakítás texturát eredményez.

- **Melegalakítás jellemzői** ( $T/T_{olv} > 0.6$ )

Lágyulási folyamatok (megújulás, rekrisztallizáció) zajlanak, az alakváltozási képesség kevésbé korlátozott, a mikro-szerkezet változik. Öntött struktúra átalakítása. Kevésbé méretpontos termékek, rosszabb felületi minőség, hőterhelés, kisebb fajlagos mechanikai terhelés.

$$T_{hideg} < T_{újrakrist} < T_{meleg}$$

Homológ hőmérséklet : (alakítás hőfoka K-ben) /  
(olvadáspont K-ben)

7

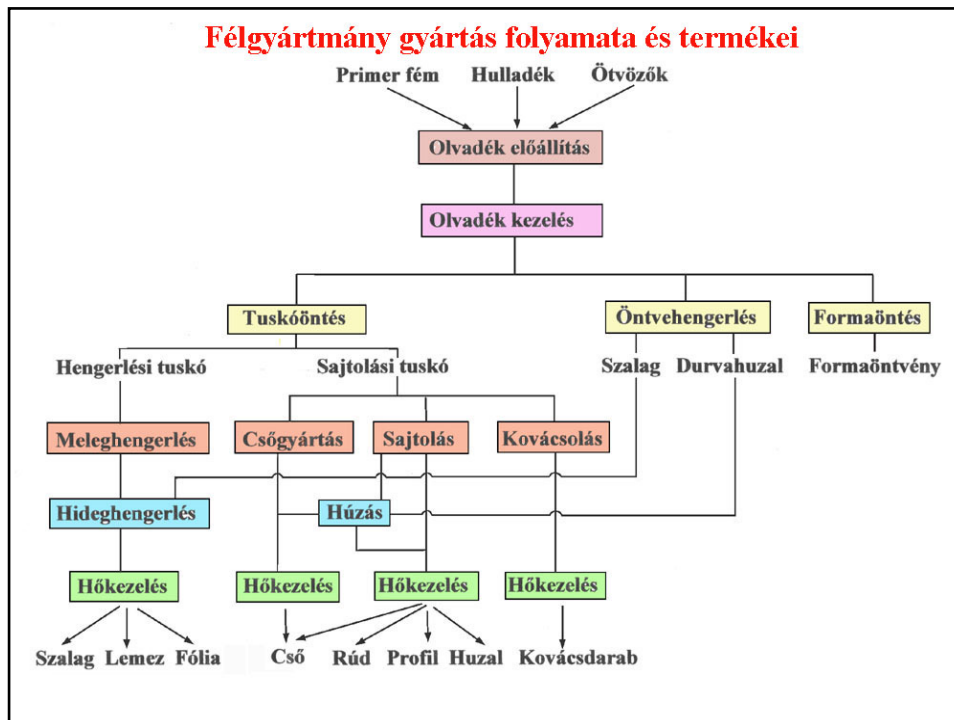
## Fémek előállításának alapvető technológiai lépései

Példa:

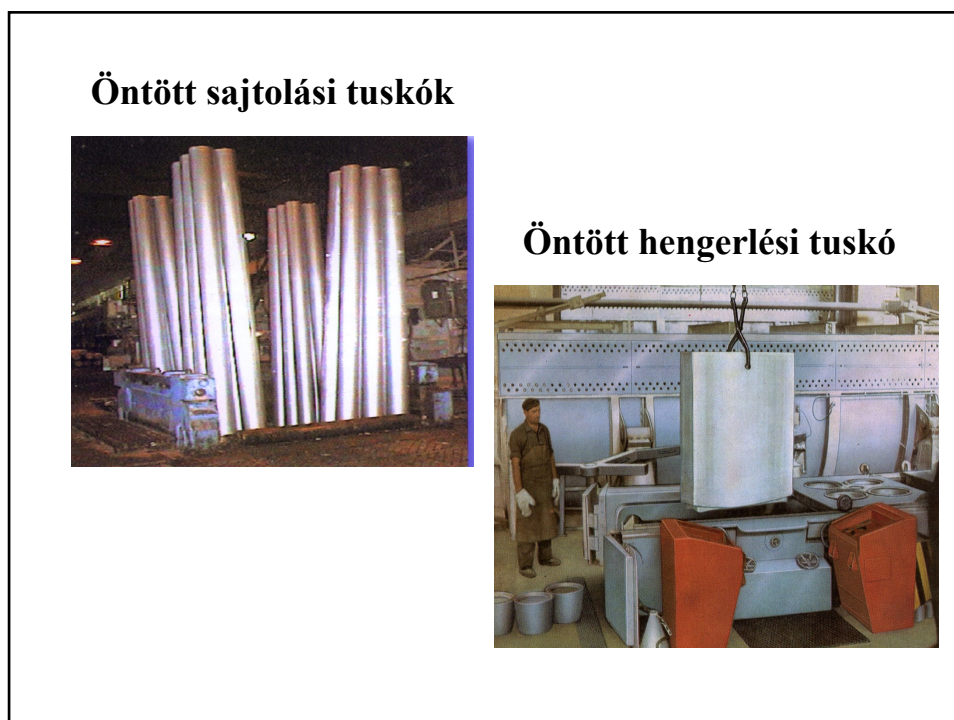
alumínium termék előállításának lépései

1. Bauxitbányászat
2. Timföldgyártás
3. Elektrolízis
4. Olvadékfeldolgozás
5. Félgyártmánygyártás
6. Késztermék-előállítás

8



9



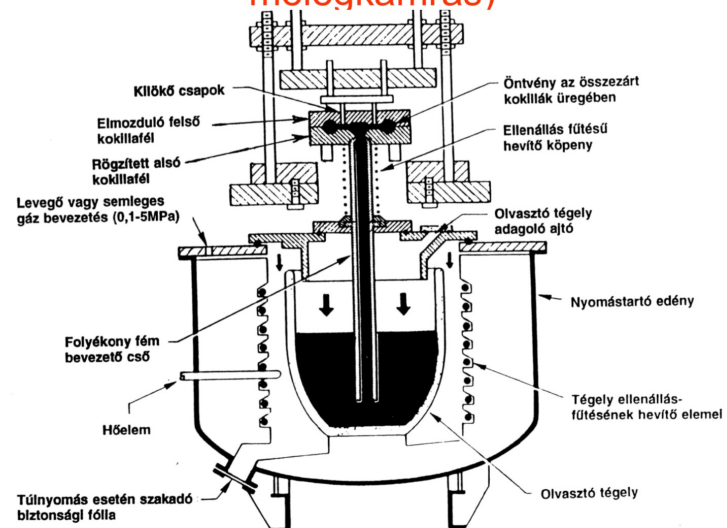
10

### Kézi gravitációs kokilla I.



11

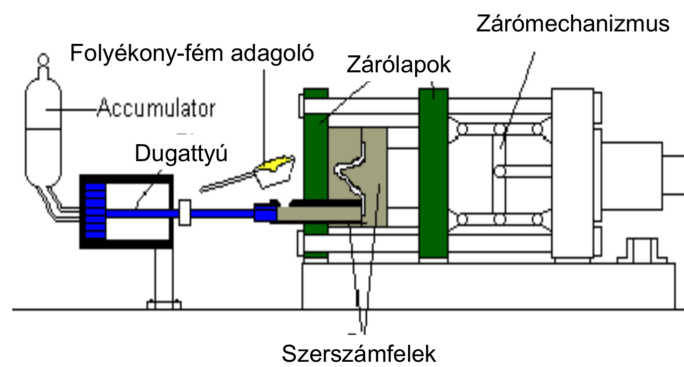
### Nyomásos öntés (kisnyomású melegkamrás)



12

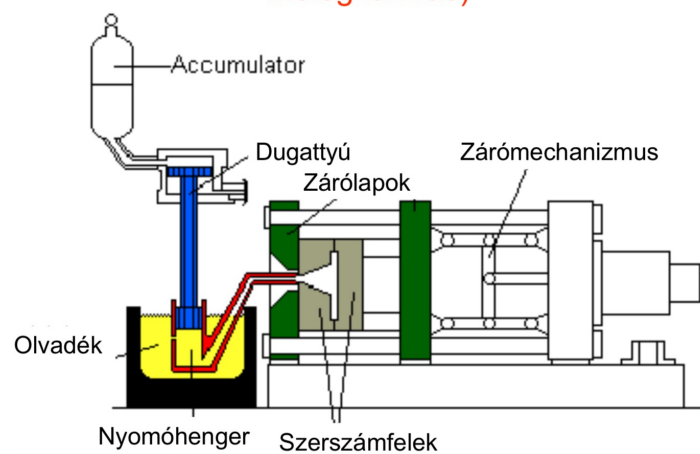


## Nyomásos öntés (nagy nyomású hidegkamrás)

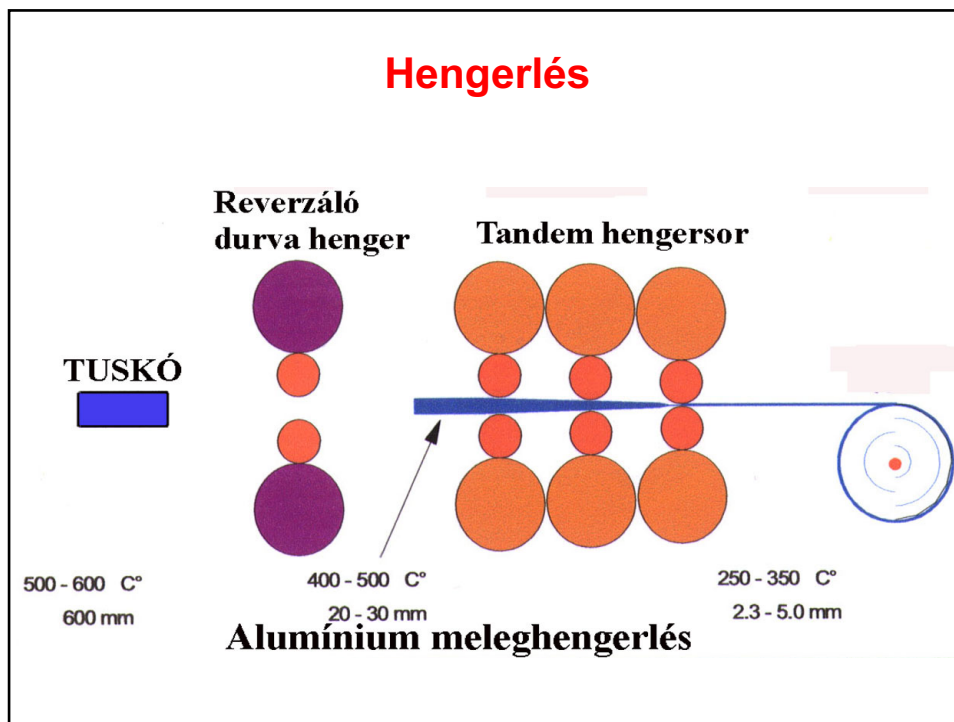


13

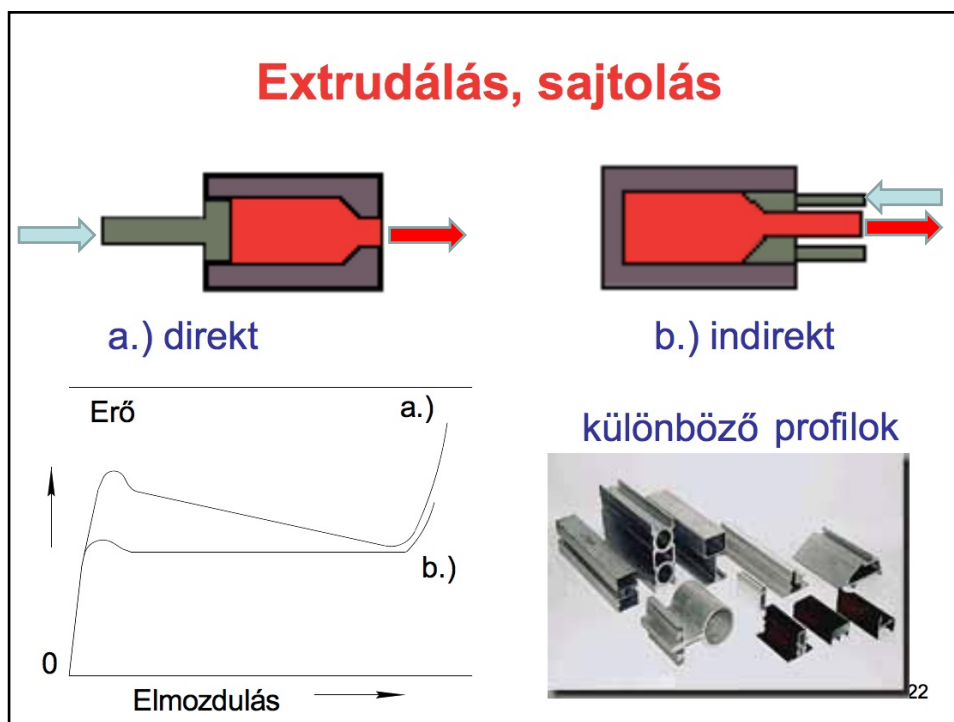
## Nyomásos öntés (nagy nyomású melegkamrás)



14

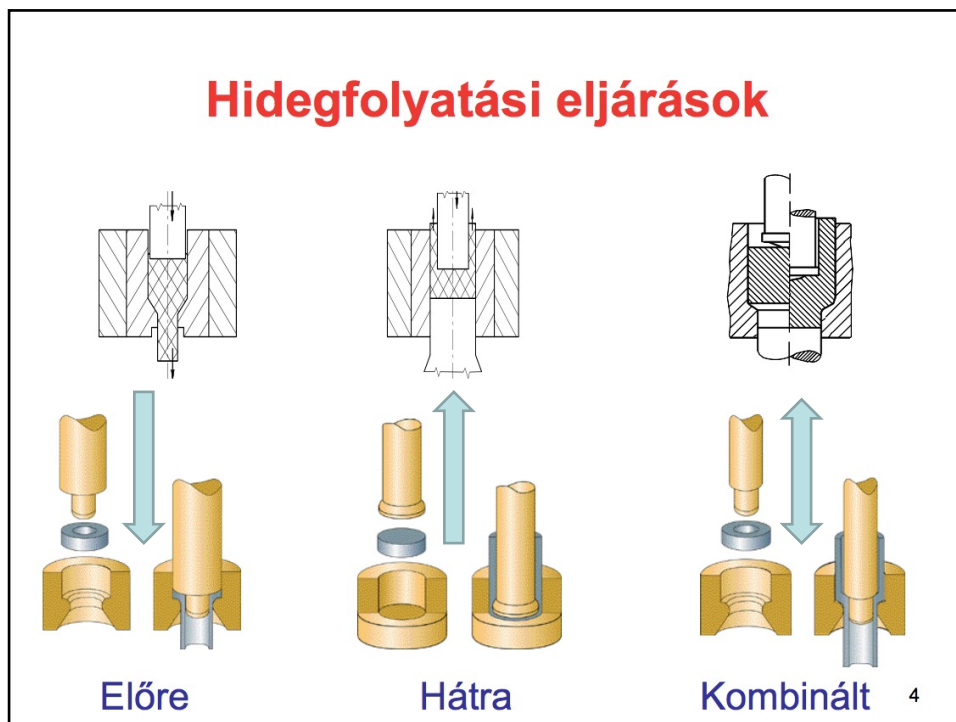


15

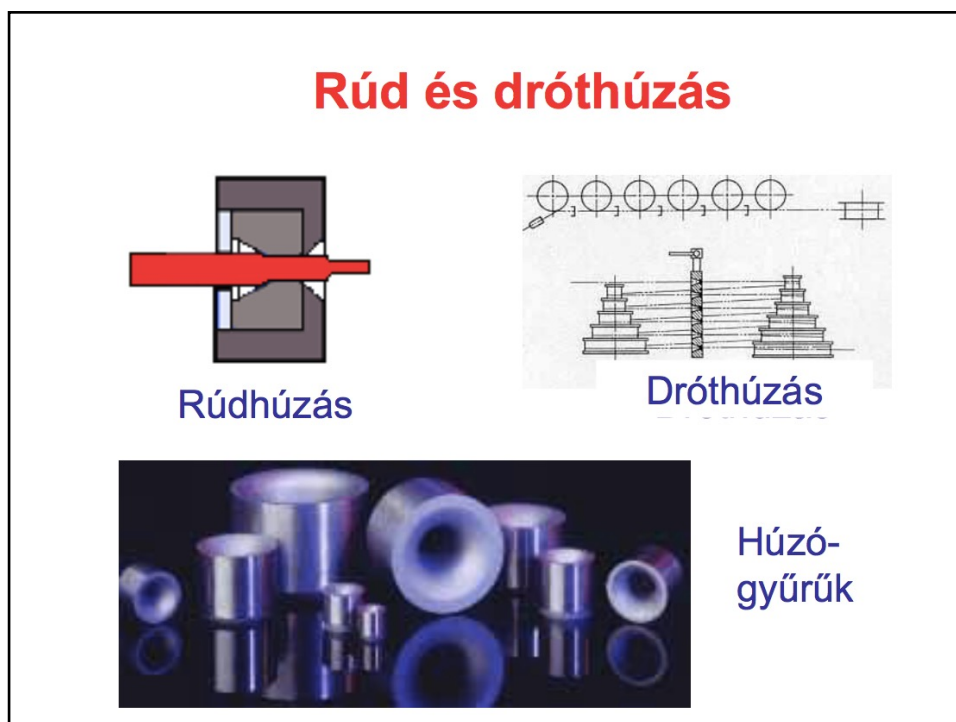


16



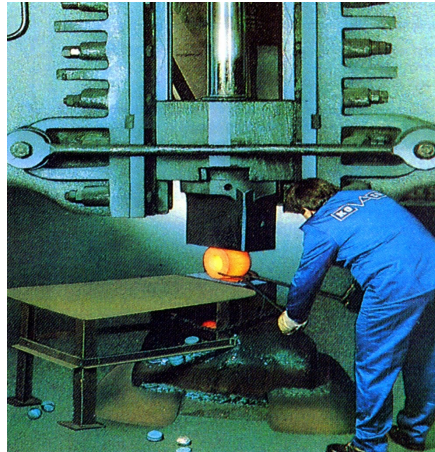


17



18

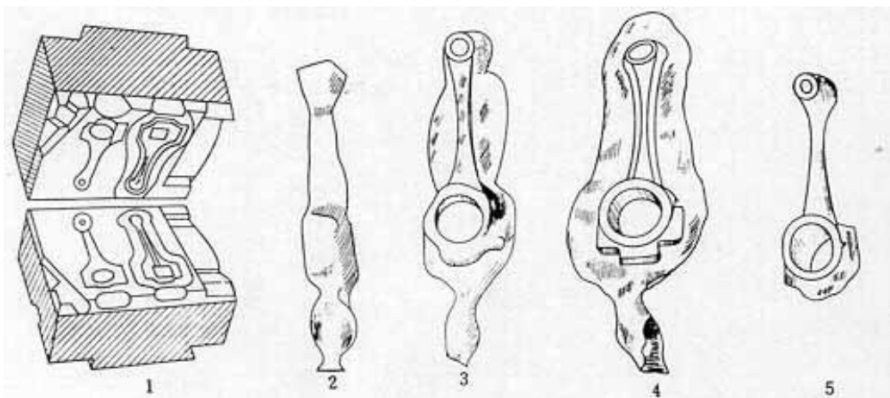
## Szabadalakító kovácsolás



19

## Süllyesztékes kovácsolás

Különböző méretű üregek felhasználásával



Hajtókar gyártás lépései

21

20

# Kötés technológiák

## Forrasztás, hegesztés

### Kötés technológiák

- Alakkal záró kötések (retesz, csapszeg, bordástengely ...)
- Anyaggal záró kötések (bonthatatlan)
  - Forrasztás
  - Hegesztés
  - Ragasztás

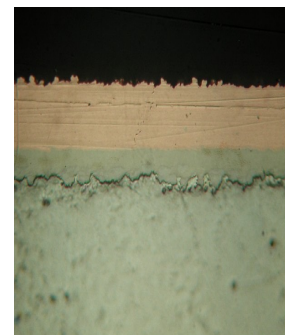
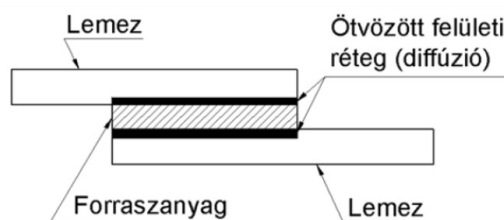
21

## Forrasztás

Anyaggal záró, bonthatatlan kötés.  
 Forraszanyag (alacsony olvadáspontú)  
 Az alapanyag nem olvad meg  
 Folyasztószer (oxid és zsíroldó)  
 Diffúziós anyagkeveredés (**adhéziós kötés**)

- Lágyforrasztás (Top < 450 °C), PbSn (60/40), SnAgCu (ólommentes)
- Keményforrasztás (Top > 450 °C), CuP(6%)

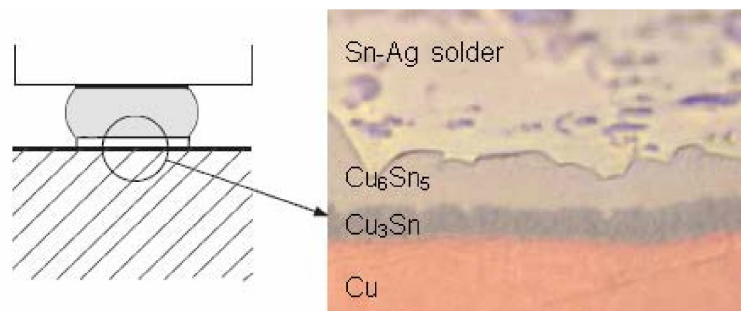
Forrasztott kötés



22

### Forrasztott kötés tönkremenetele

- Túlterhelés
- Fáradás – hőfáradás
- Kúszás
- Vegyületfázisok létrejötte – ridegedés
- Korrózió
- Elektromigráció



23

## Hegesztés

Anyaggal záró, bonthatatlan kötés.

Hozaganyag

Az alapanyag és a hozaganyag egyaránt megolvad

Fémes kapcsolat jön létre – **kohéziós kötés**

**Kötő**, felrakó hegesztés

Ömlesztő, sajtoló hegesztés

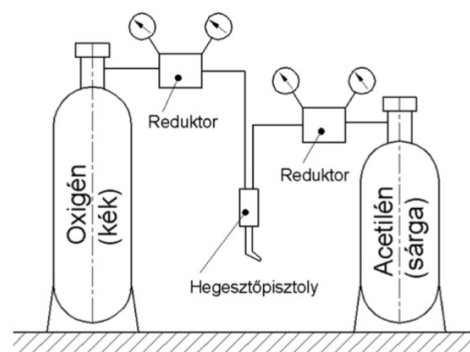
24

<p><b>0 Ömlesztőhegesztés</b></p> <p><b>1 Ívhegesztés (I)</b></p> <p>11 Fogyóelektródás önvédő ívhegesztés (ÖFI)</p> <p>111 Fogyóelektródás ívhegesztés bevont elektródával (hegesztőpálcával) (BI)</p> <p>12 Fedett ívű hegesztés (FFI)</p> <p>13 Fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés (VFI)</p> <p>131 Fogyóelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (AFI)</p> <p>14 Nem fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés</p> <p>141 Volframelektródás védőgázos ívhegesztés (AWI)</p> <p>15 Plazmaív-hegesztés (PI)</p> <p>18 Egyébb ívhegesztési eljárások</p>	<p><b>3 Gázhegesztés (L)</b></p> <p>31 Oxigén-éghető gáz hegesztés</p> <p>32 Levegő-éghető gáz hegesztés</p>
<p><b>2 Ellenállás hegesztés (E)</b></p> <p>21 Ellenállás-ponthegesztés (PE)</p> <p>22 Ellenállás-vonalhegesztés (VE)</p> <p>23 Ellenállás-dudorhegesztés (DE)</p> <p>24 Leolvasztó tompahegesztés (LTE)</p> <p>25 Zömítő tompahegesztés (ZTE)</p> <p>29 Egyébb ellenállás hegesztési eljárások</p>	<p><b>4 Sajtolóhegesztés</b></p> <p>41 Ultrahangos hegesztés (UH)</p> <p>42 Dörzshegesztés (D)</p> <p>43 Kovácshegesztés</p> <p>44 Hegesztés nagy mechanikai energiával</p> <p>45 Diffúziós hegesztés (DM)</p> <p>47 Sajtoló gázhegesztés</p> <p>48 Hidegsajtoló hegesztés (H)</p>
	<p><b>7 Egyébb hegesztési eljárások</b></p> <p>71 Alumínótermikus hegesztés (AT)</p> <p>72 Villamos salakhegesztés (SA)</p> <p>73 Elektro-gázhegesztés (EG)</p> <p>74 Indukciós hegesztés (IG)</p> <p>75 Fénysugaras hegesztés</p> <p>751 Lézersugaras hegesztés (LS)</p> <p>76 Elektronsugaras hegesztés (ES)</p> <p>77 Ívkisütéses sajtolóhegesztés (IS)</p> <p>78 Csaphegesztés (CSI)</p>

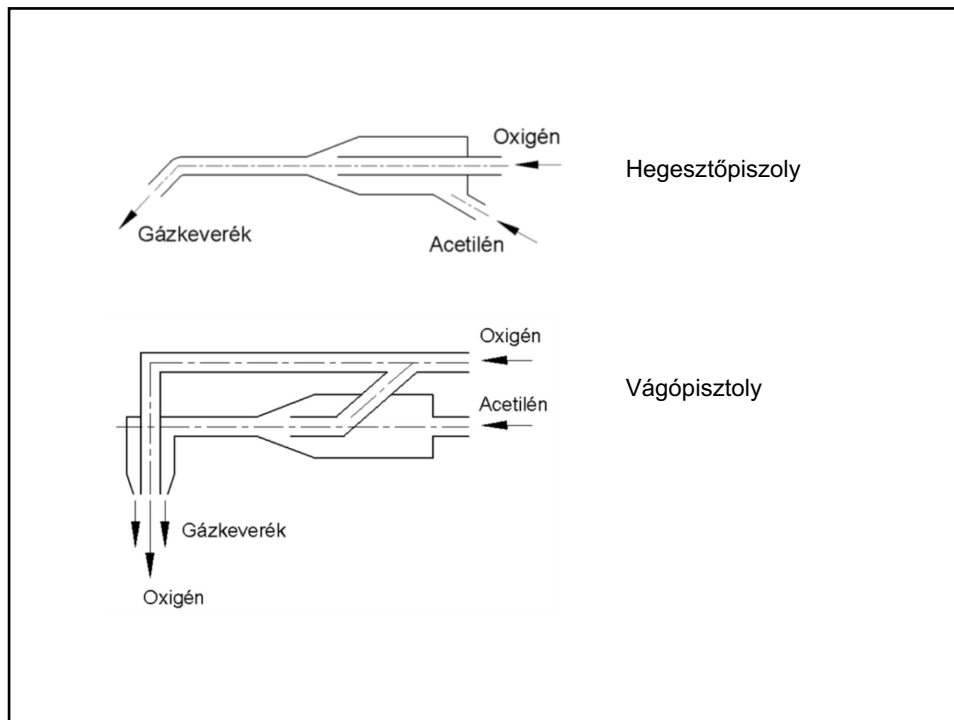
25

## Lánghegesztés, gázhegesztés

Acetilén + oxigén: láng hőmérséklet 3200 °C  
Hegesztés, lángvágás

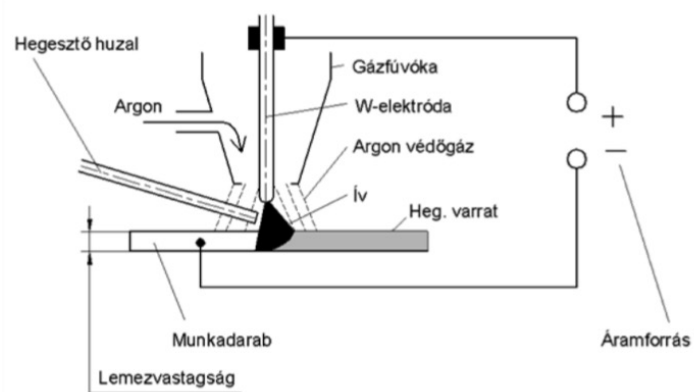


26



27

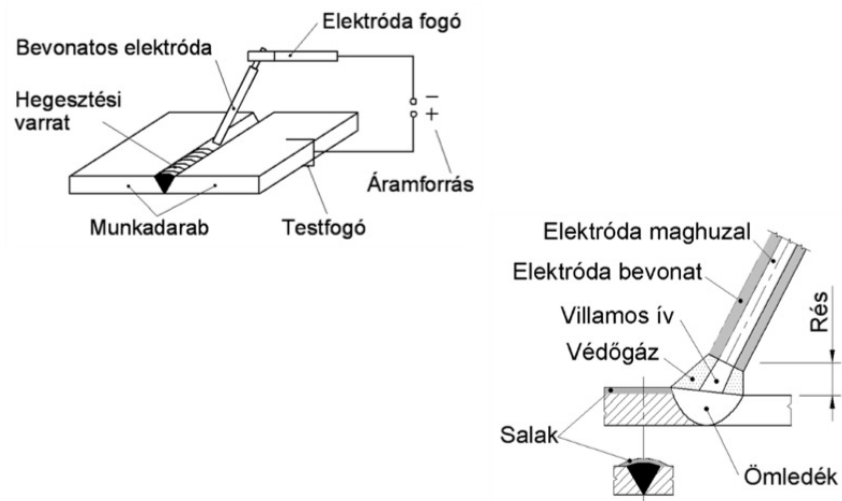
## Argon védőgázos, volfrám elektródás ívhegesztés, AWI



28

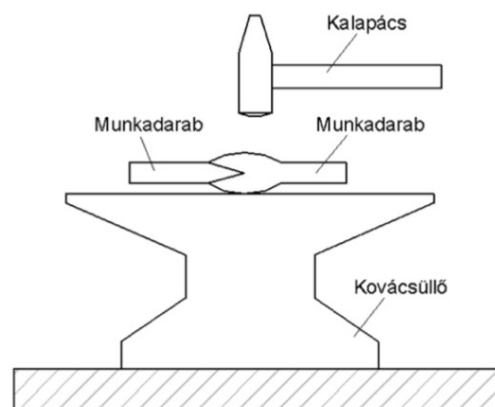


## Bevont elektródás kézi ívhegesztés



29

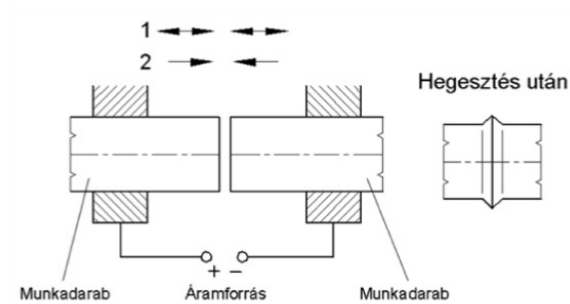
## Kovácshegesztés



30

## Leolvasztó tompahegesztés

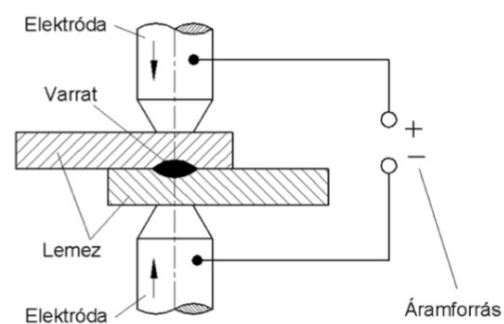
Sajtoló, ellenállás hegesztés  
 Pl. : vasúti sínek csatlakoztatására



31

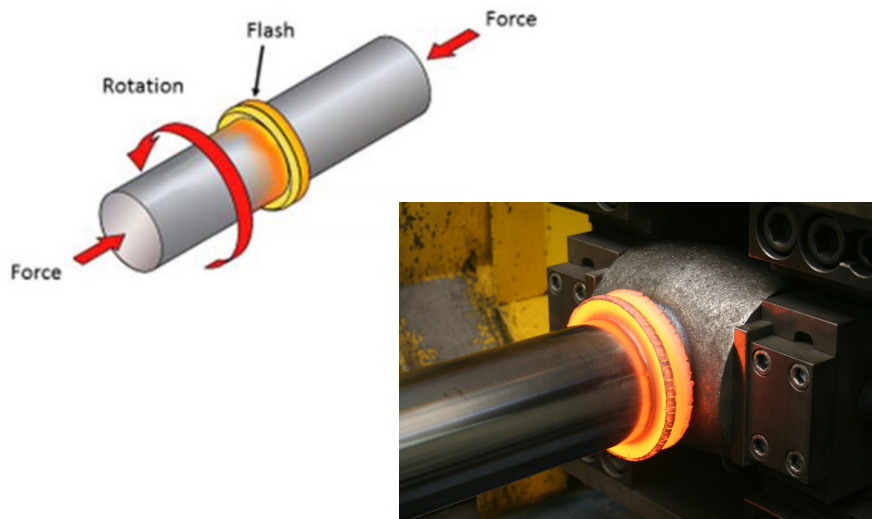
## Ponthegesztés

Sajtoló, ellenállás hegesztés  
 Ponszerű kötés  
 Pl. : vékony lemezek hegesztése, gépkocsi ipar



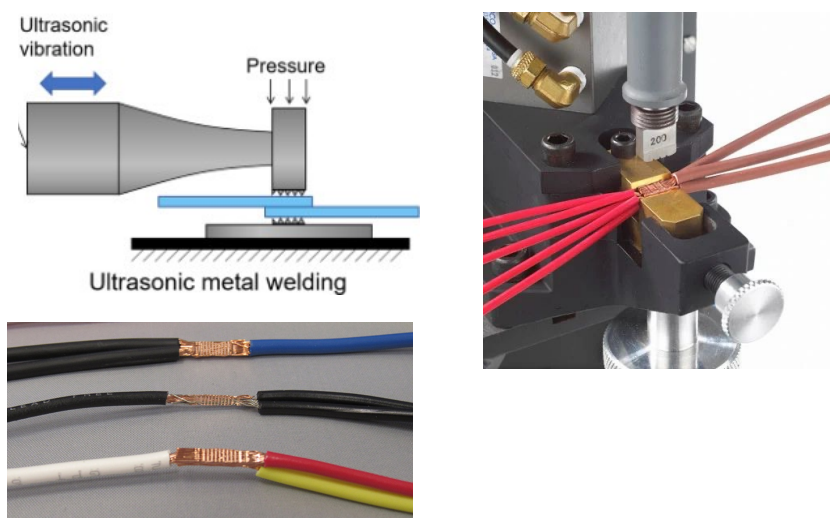
32

## Dörzshegesztés (forgó, RFW)



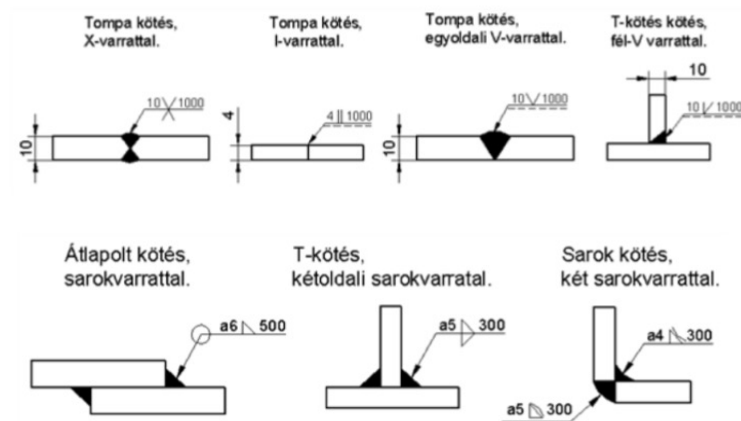
33

## Ultrahangos hegesztés (dörzshegesztés)



34

## Gyakori kötés-, ill. varrat típusok

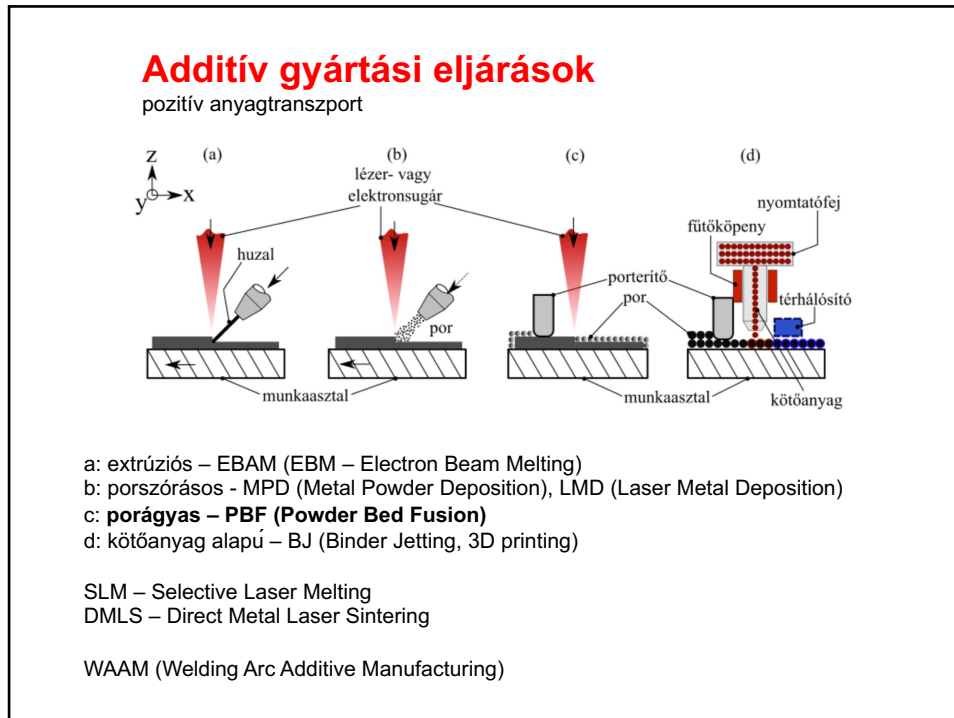


35

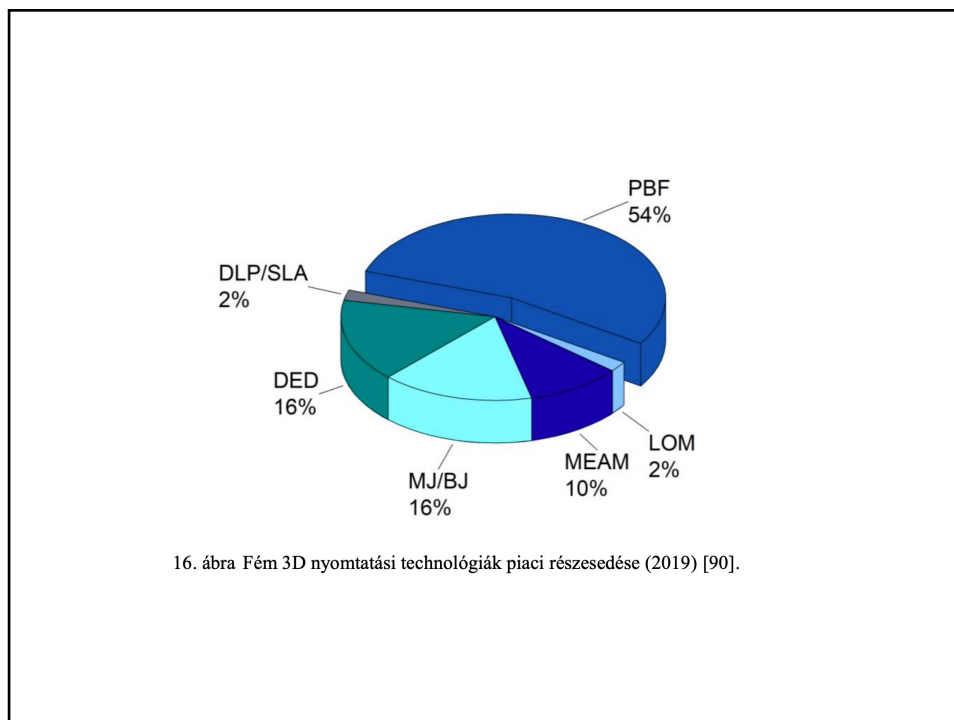
## Gyakori hegesztés technológiai problémák

- Zárványok keletkezése
- Gázok (N) beoldódása a varrat és a hőhatásövezet anyagába
- „Beedződés”, rideg martenzites szövet kialakulása a hőhatás övezetben
- Szemcsedurvulás a hőhatás övezetben
- Fázisátalakulások a hőhatás övezetben
- ...

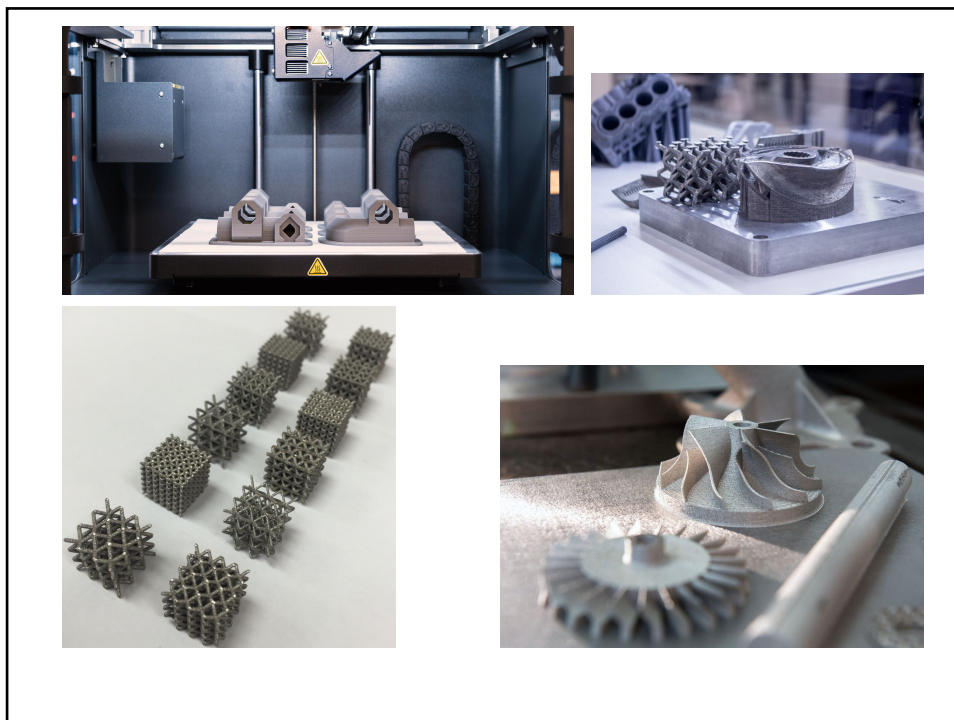
36



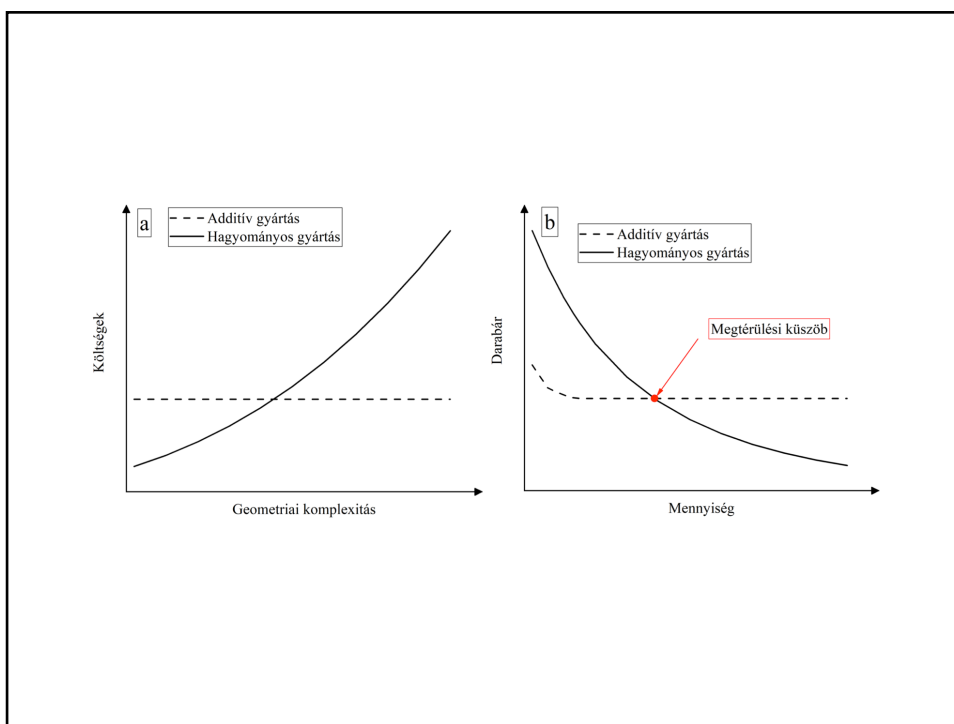
37



38



39



40



