



Anyagismeret

Fémipari technológiák

Képlékenyalakító eljárások

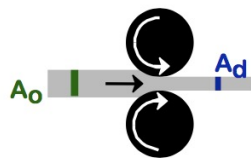
Kötéstechnológiák

Dr. Mészáros István Attila

1

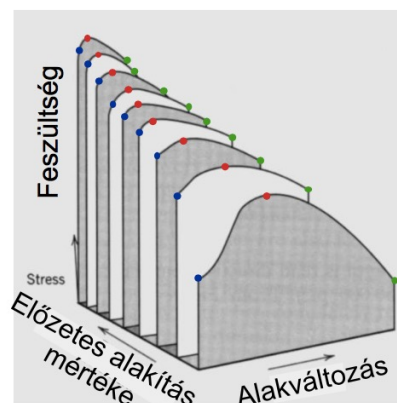
Hidegalakítás

Hengerlés



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

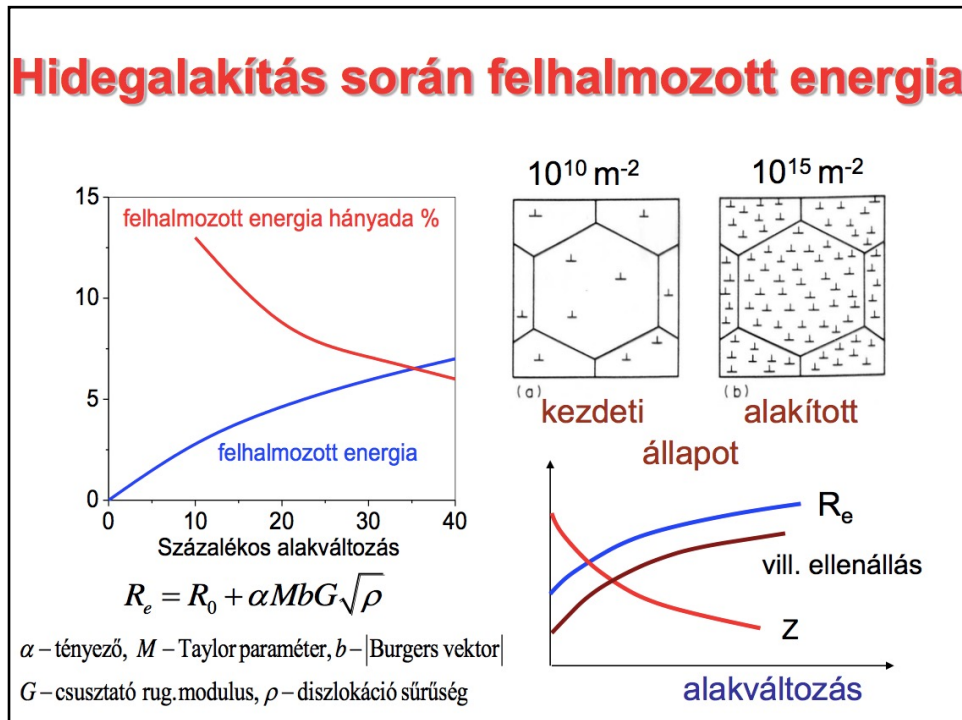
$$q \approx (h_0 - h_d) / h_0 * 100 \%$$



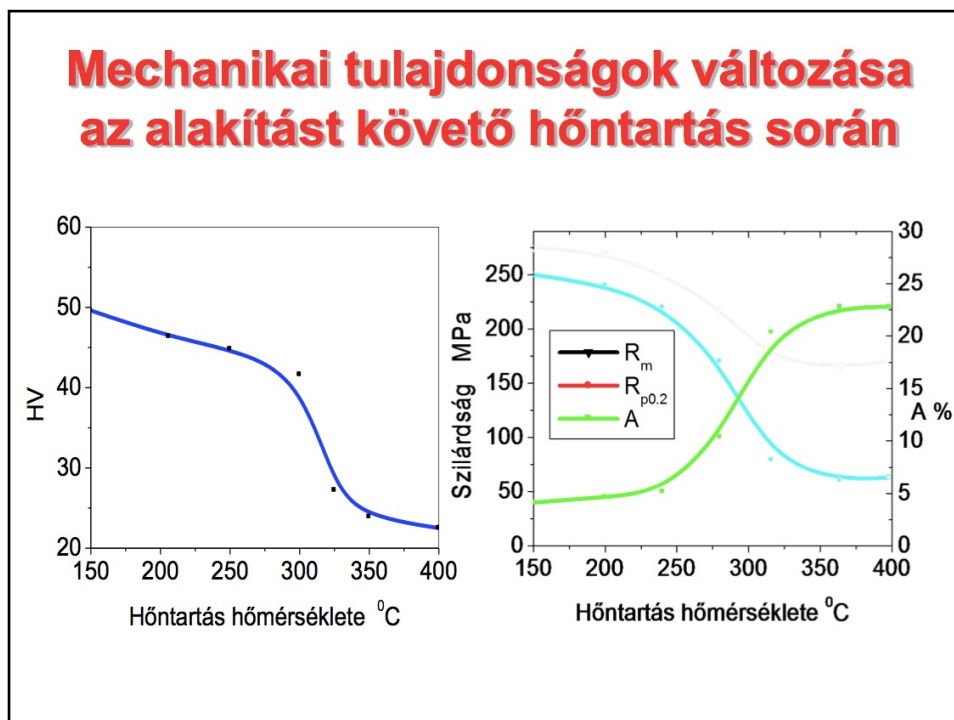
A szilárdság nő, a szívósság csökken.

A rácshibasűrűség és a felhalmozott energia nő.

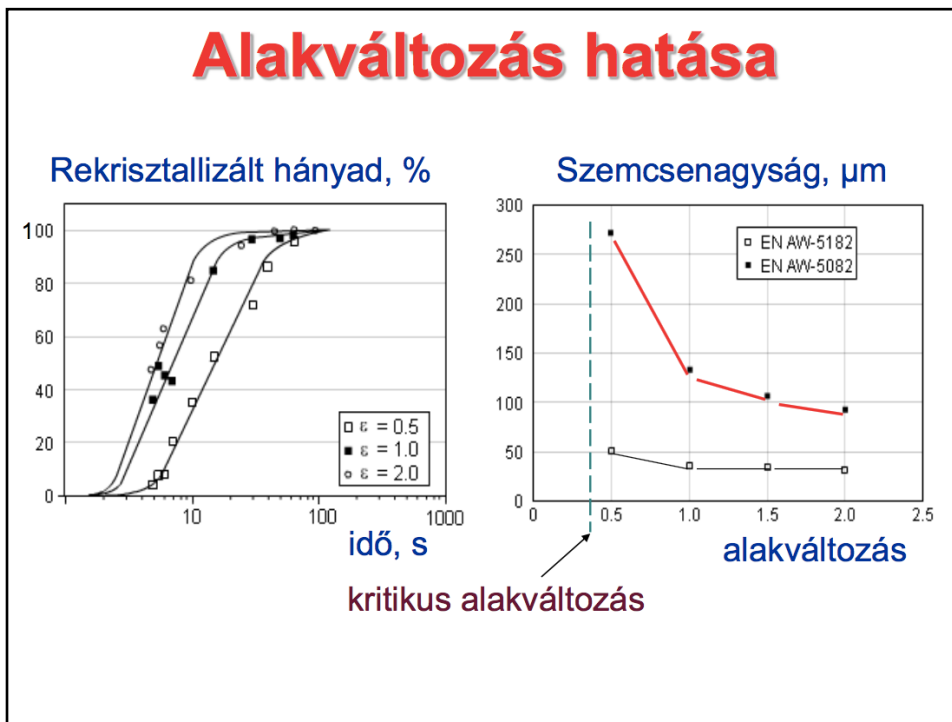
2



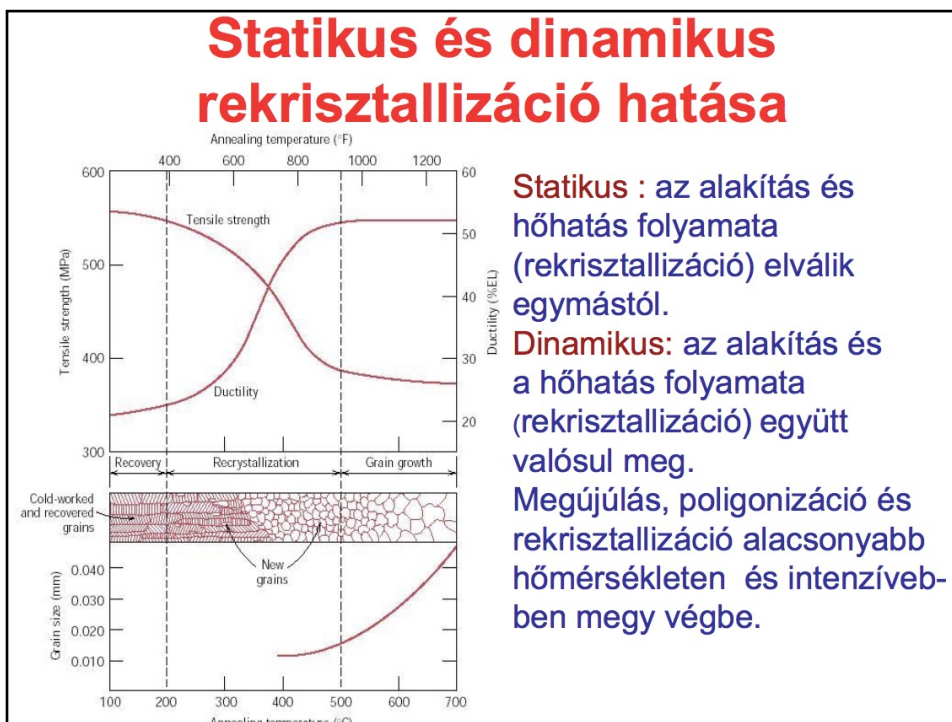
3



4



5



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.

$$T_{\text{hideg}} < T_{\text{újra krist}} < T_{\text{meleg}}$$

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

7

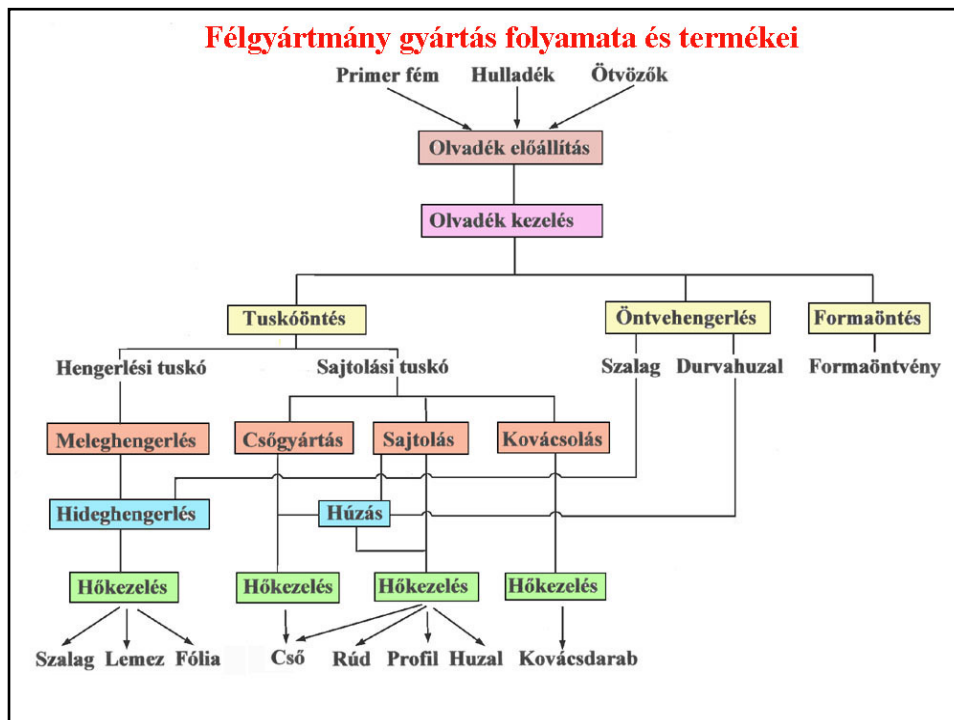
Fémek előállításának alapvető technológiai lépései

Példa:

alumínium termék előállításának lépései


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

8

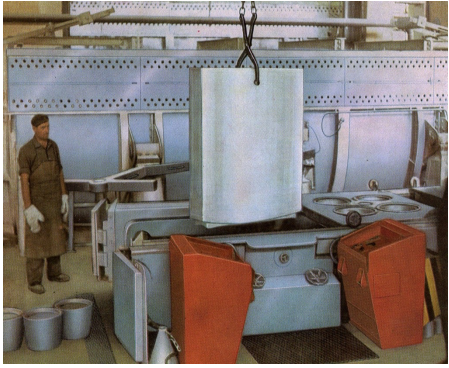


9

Öntött sajtolási tuskók



Öntött hengerlési tuskó



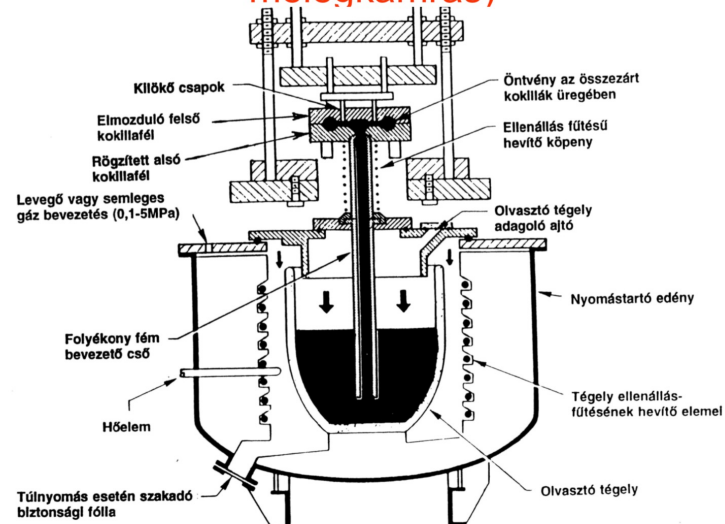
10

Kézi gravitációs kokilla I.



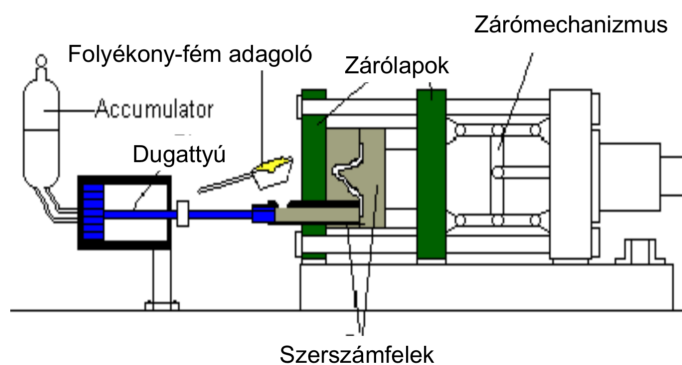
11

Nyomásos öntés (kisnyomású melegkamrás)



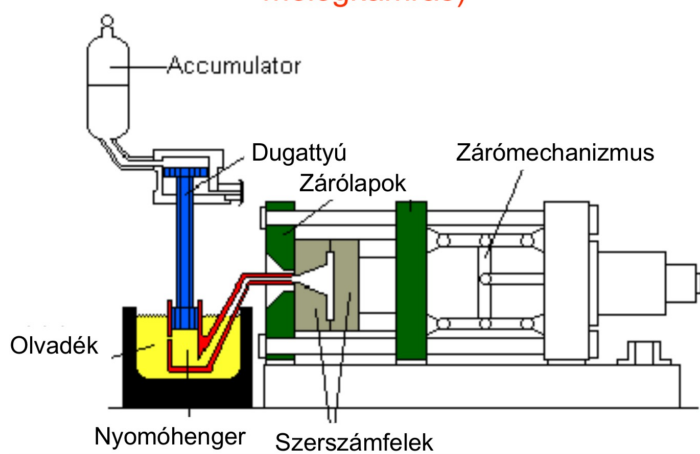
12

Nyomásos öntés (nagy nyomású hidegkamrás)

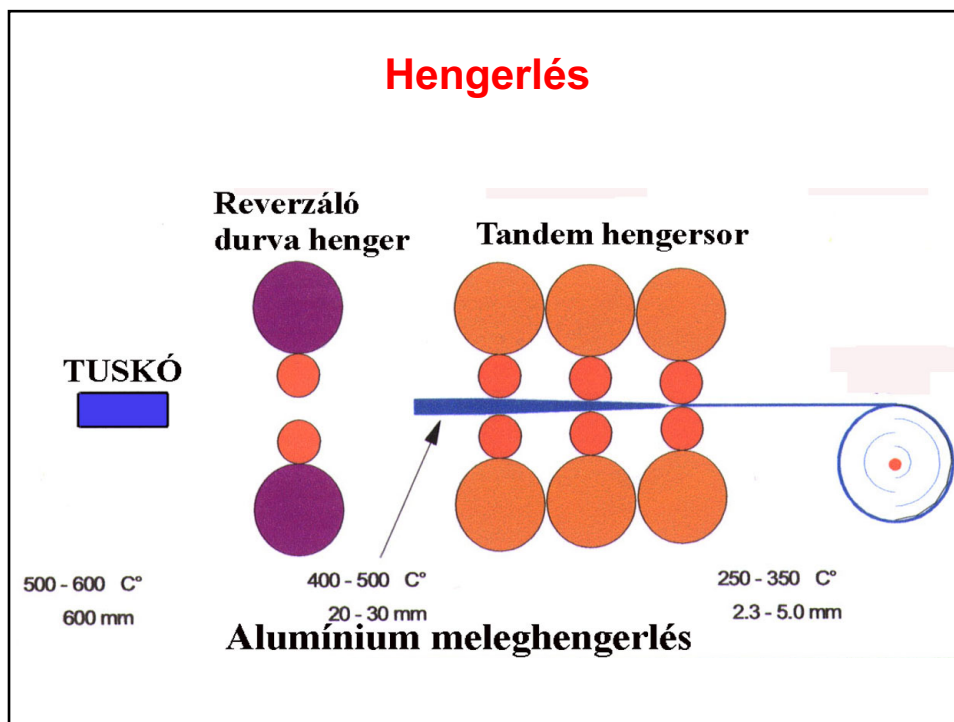


13

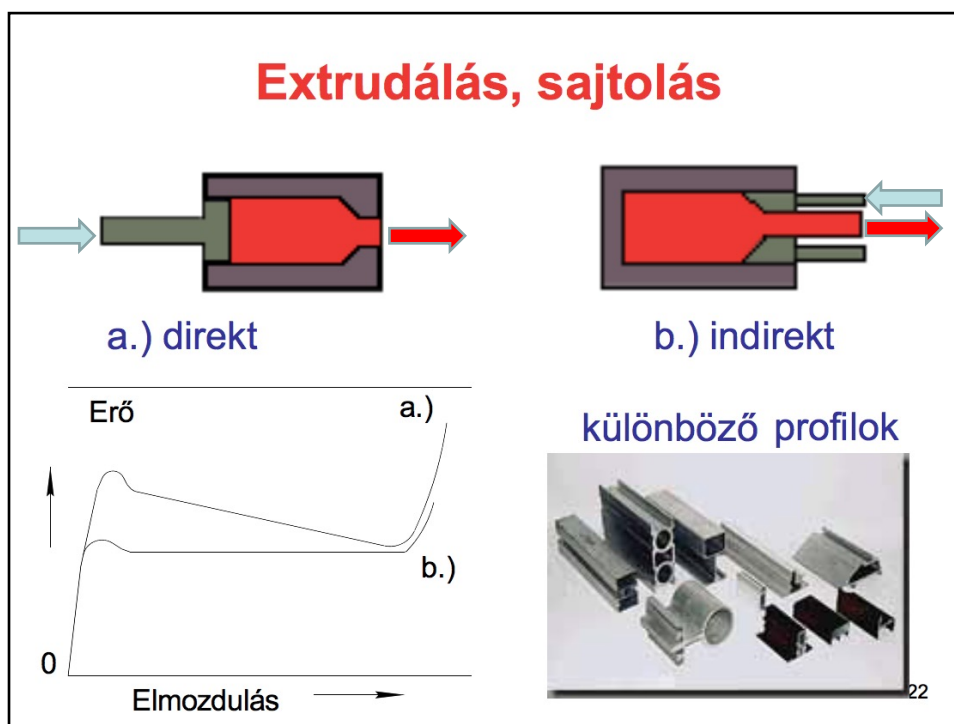
Nyomásos öntés (nagy nyomású melegkamrás)



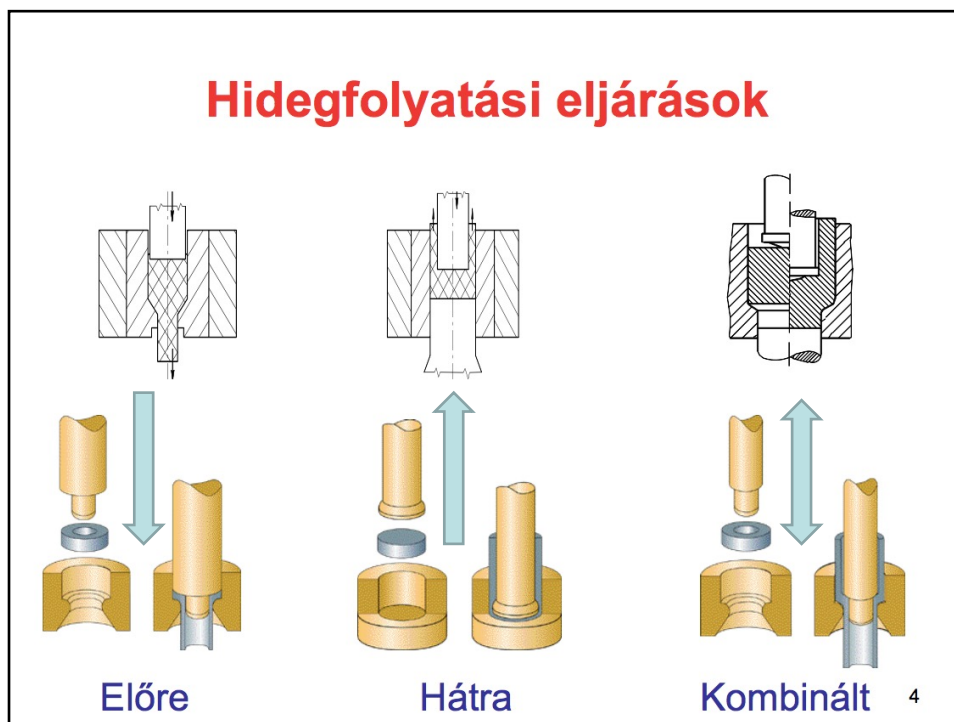
14



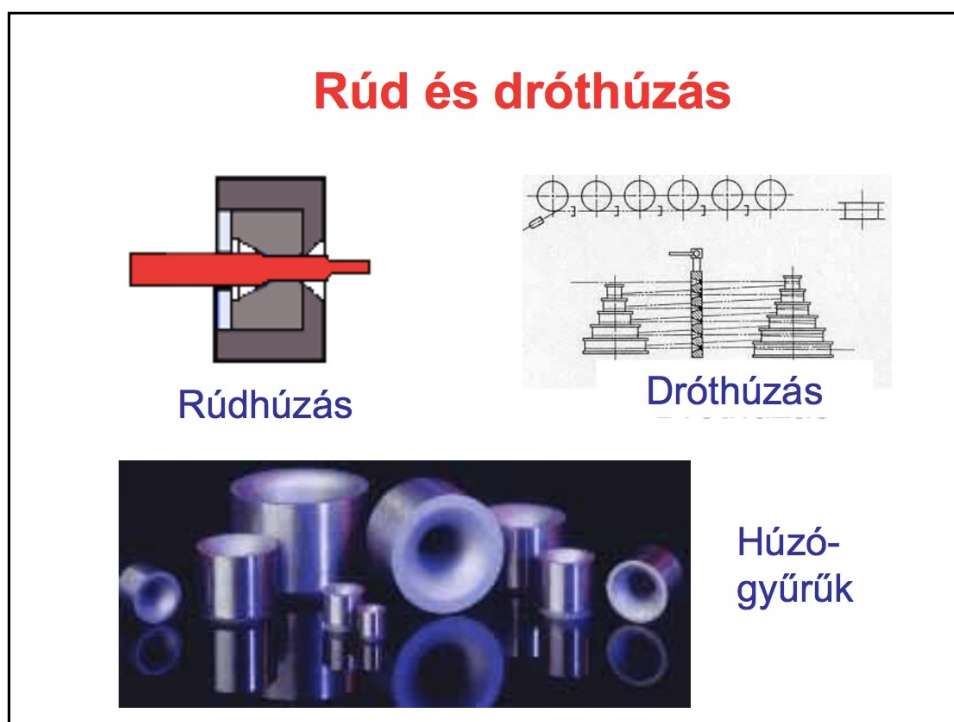
15



16

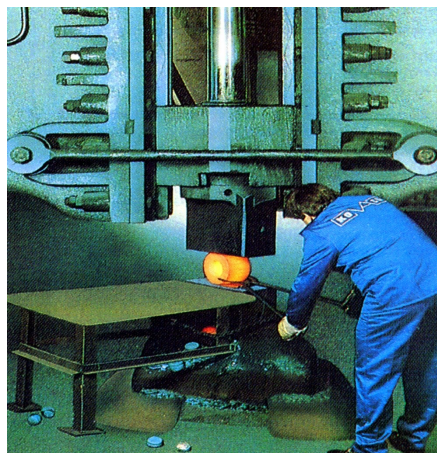


17



18

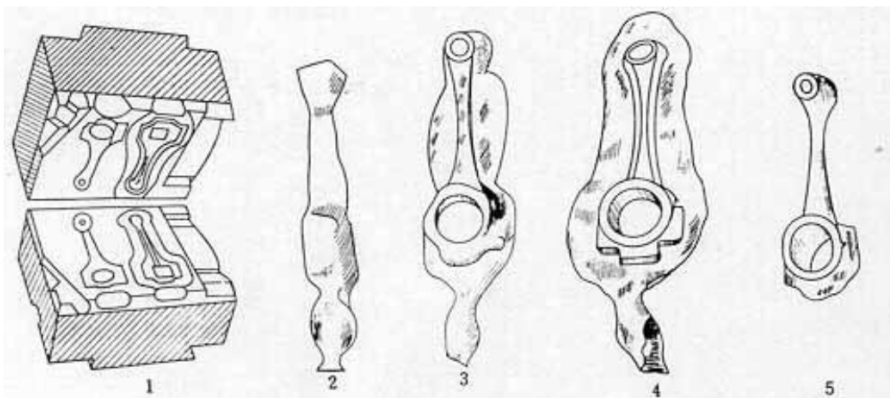
Szabadalakító kovácsolás



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

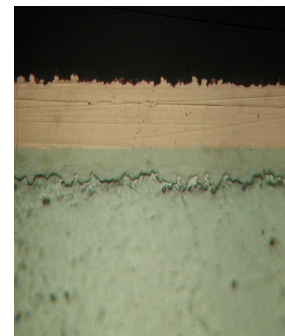
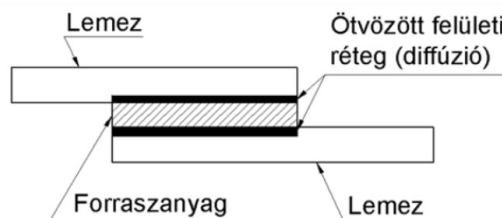
21

Forrasztás

Anyaggal záró, bonthatatlan kötés.
 Forrasztanyag (alacsony olvadáspontú)
 Az alapanyag nem olvad meg
 Folyasztószer (oxid és zsíroldó)
 Diffúzió

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

Forrasztott kötés



22

Hegesztés

Anyaggal záró, bonthatatlan kötés.
 Hozaganyag
 Az alapanyag és a hozaganyag egyaránt megolvad
 Fémes kapcsolat jön létre - kohézió

Kötő, felrakó hegesztés

Ömlesztő, sajtoló hegesztés

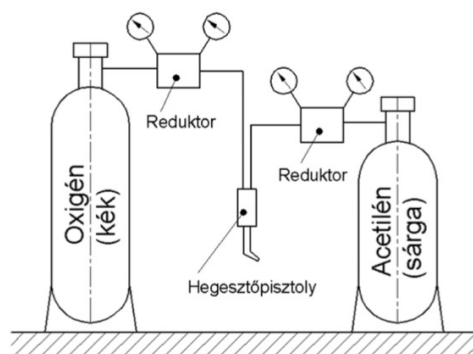
23

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

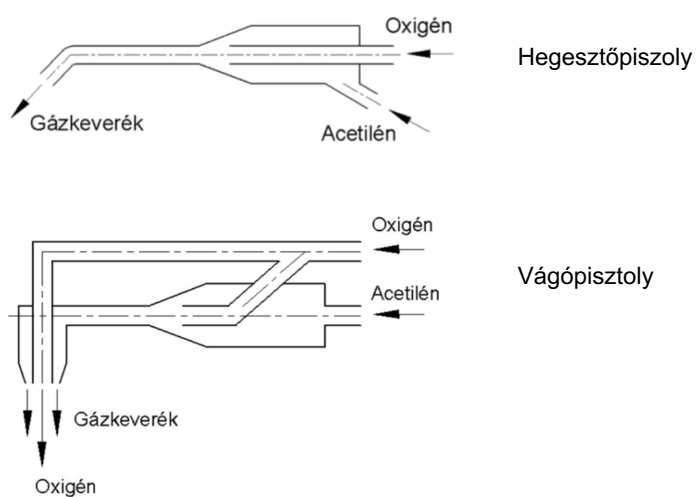
24

Lánghegesztés, gázhegesztés

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

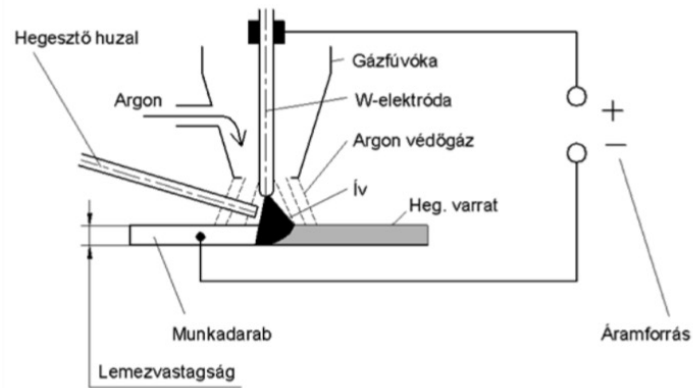


25



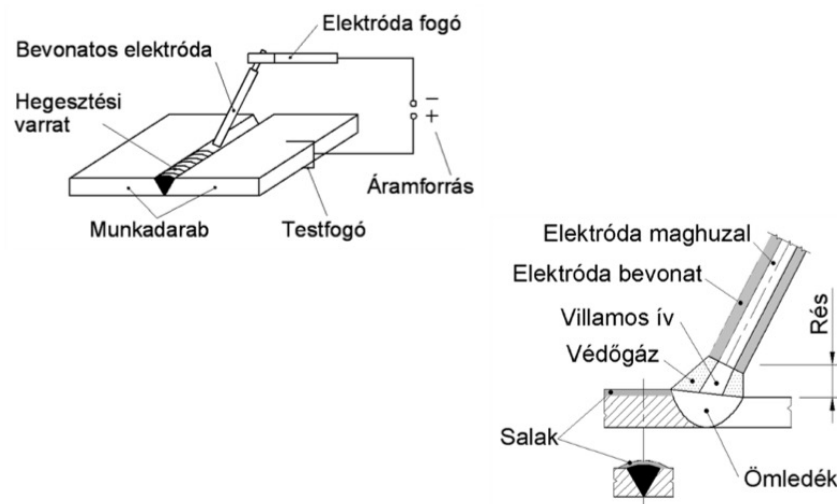
26

Argon védőgázos, volfrám elektródás ívhegesztés, AWI



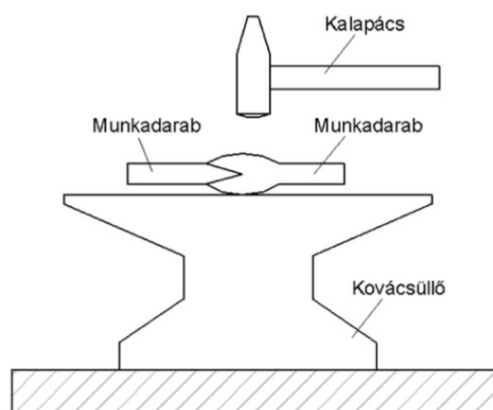
27

Bevont elektródás kézi ívhegesztés



28

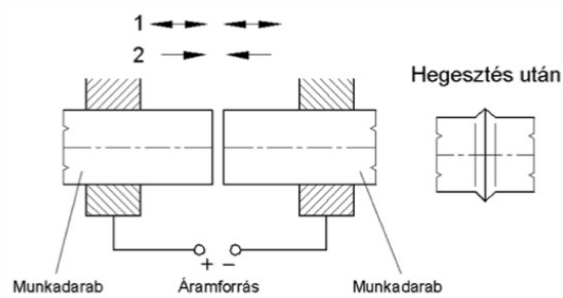
Kovácshegesztés



29

Leolvasztó tompahegesztés

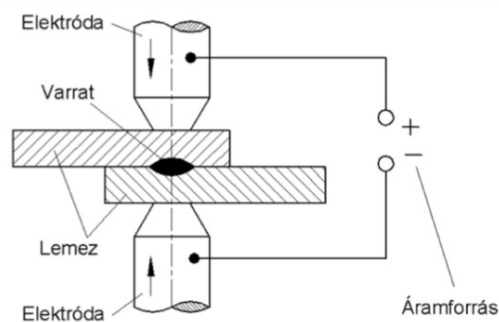
Sajtoló, ellenállás hegesztés
Pl. : vasúti sínek csatlakoztatására



30

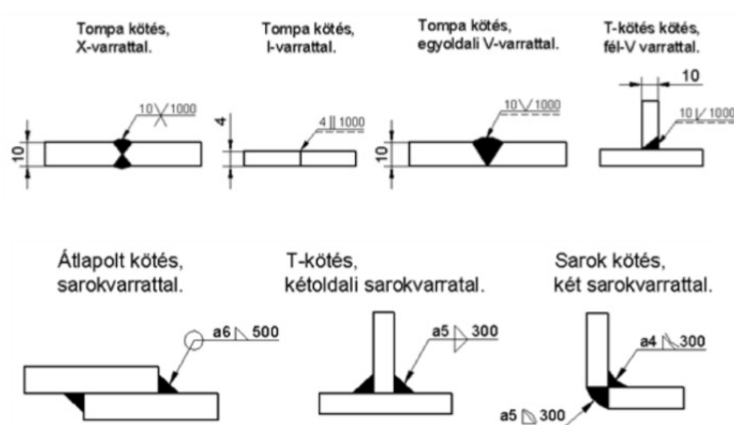
Ponthegesztés

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



31

Gyakori kötés-, ill. varrat típusok



32

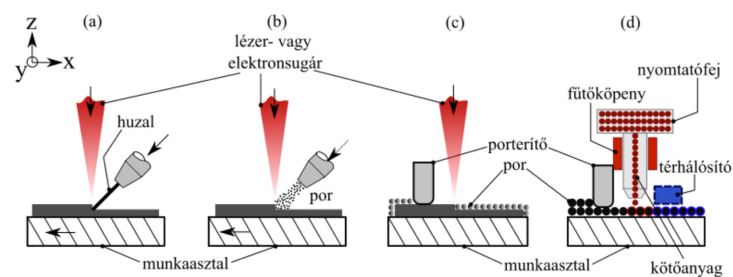
Gyakori hegesztés technológiai problémák

- 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
- ...

33

Additív gyártási eljárások

pozitív anyagtranszport



a: extrúziós – EBAM (EBM – Electron Beam Melting)

b: porszórásos - MPD (Metal Powder Deposition), LMD (Laser Metal Deposition)

c: **porágyas – PBF (Powder Bed Fusion)**

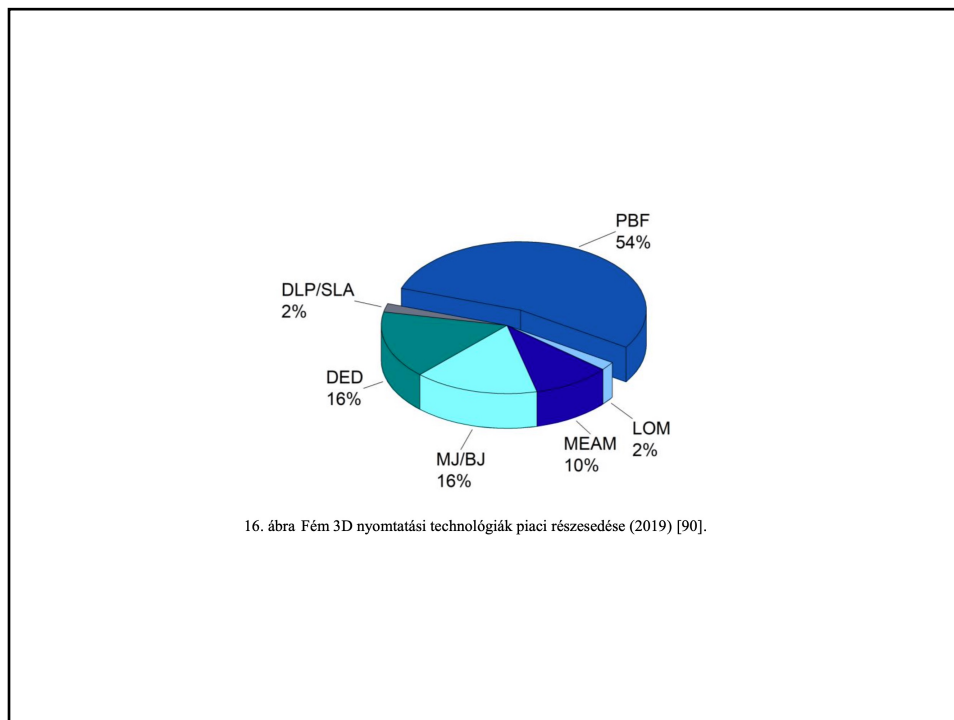
d: kötőanyag alapú – BJ (Binder Jetting, 3D printing)

SLM – Selective Laser Melting

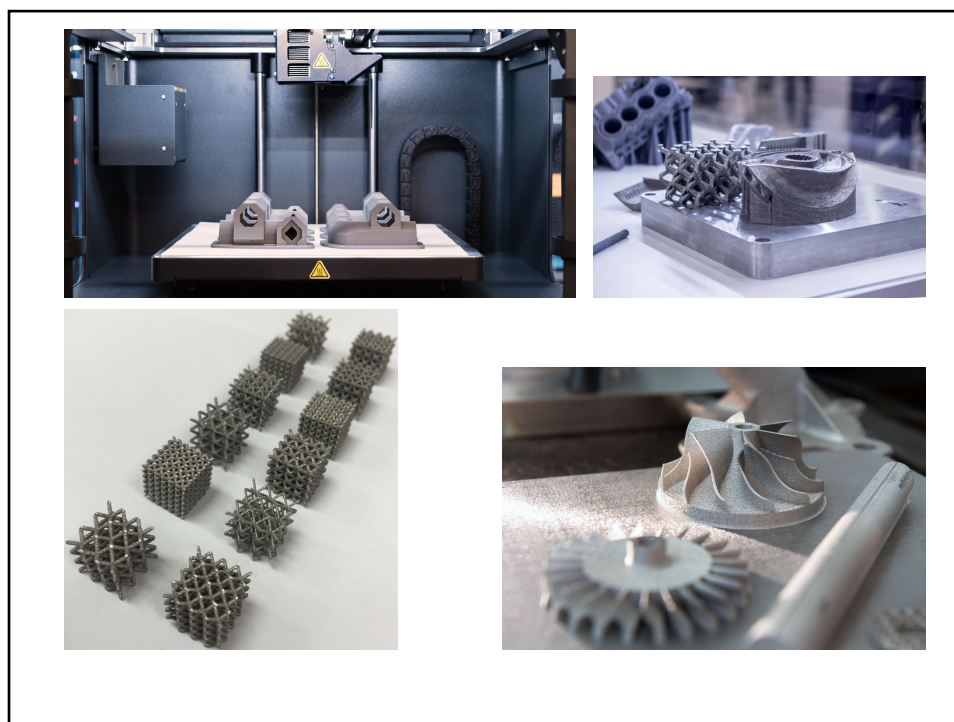
DMLS – Direct Metal Laser Sintering

WAAM (Welding Arc Additive Manufacturing)

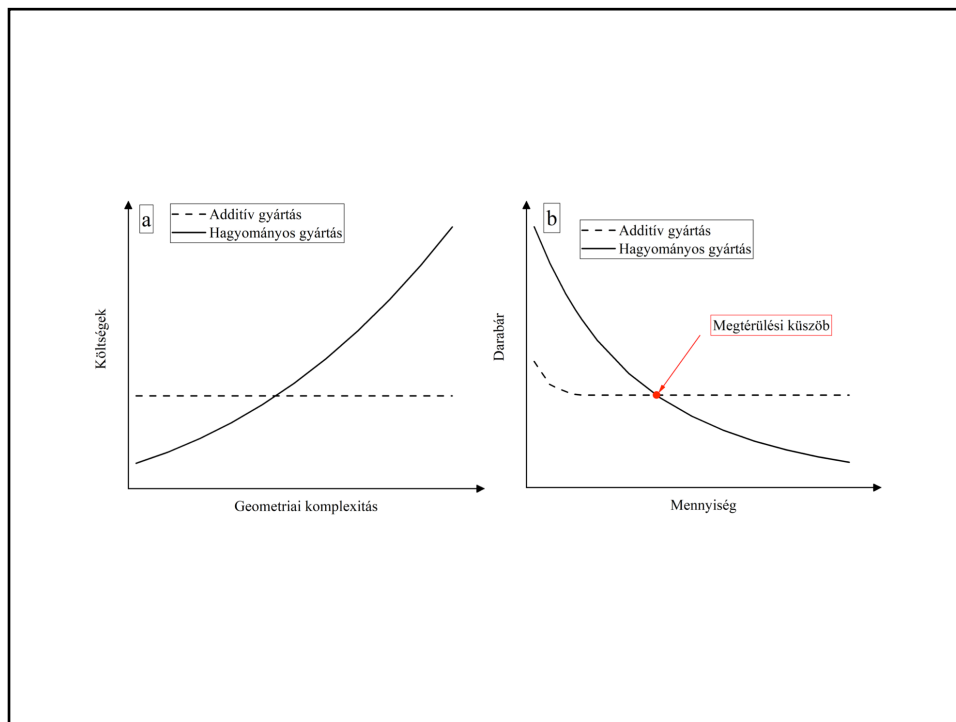
34



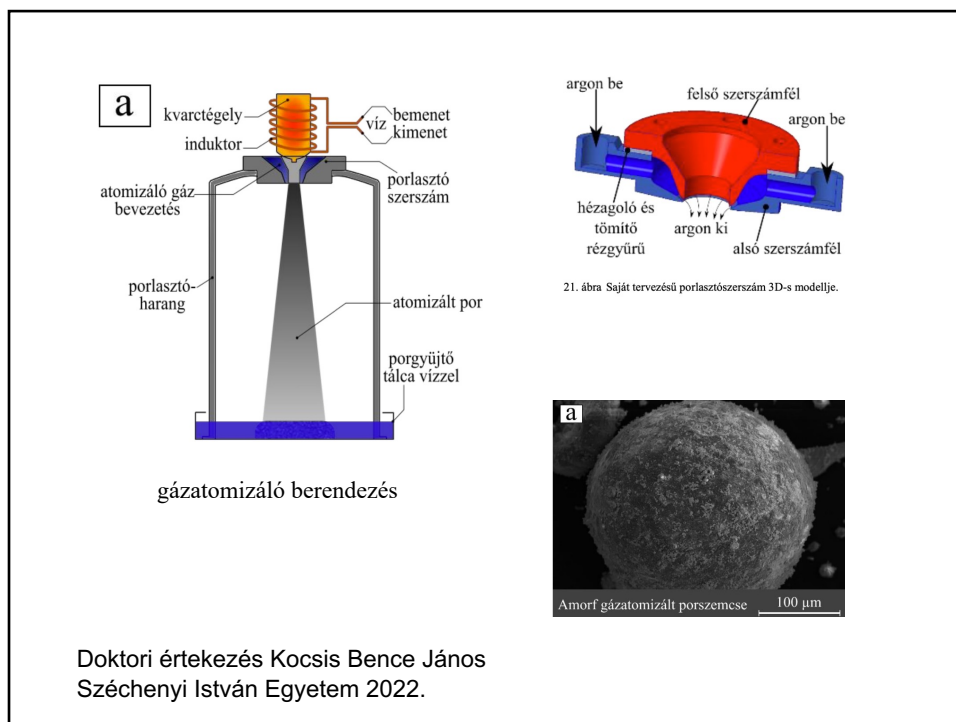
35



36



37



38