



Anyagtudomány és Technológia Tanszék




Képlékenyalakítás 2.


Fémek technológiája

Dr. Orbulov Imre Norbert
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

1




Miről lesz ma szó?



- Képlékenyalakítás technológiái, például
 - Szabadalakító- és süllyesztékes kovácsolás
 - Hengerlés
 - Folyatások
 - Lemezalkító technológiák

2 / 58

2



Képlékenyalakító technológiák



- Melegalakítás vs. Hidegalakítás
- Térfogatalakító technológiák
 - Kis felület az alakított térfogathoz képest
 - A darab vastagsága változik az alakítás során
 - Pl.: kovácsolás, hengerlés, folytatás, húzás
- Lemezalkító technológiák
 - Nagy felület az alakított térfogathoz képest
 - A darab vastagsága (nagyjából) állandó
 - Kivágás, hajlítás, mélyhúzás, fémnyomás

3 / 58

3



Kovácsolás



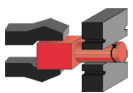
- Szabadalakító kovácsolás
 - A minőség a kovács ügyességétől függ
 - Sok univerzális és kevés célszerszám
 - Sok mozgástér a gép (vagy üllő) körül
 - Egyedi gyártás, kissorozat, anyagelosztás
- Süllyesztékes kovácsolás
 - A minőséget csak a környezet (gép, szerszám stb.) befolyásolja
 - Kizárólag célszerszámokkal dolgozik
 - Nagysorozatok gyártása

4 / 58

4



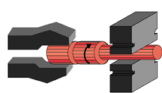
Szabadalakító műveletek



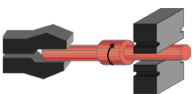
Durva nagyolás



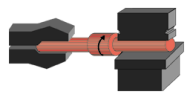
Jelölés



Nyújtás



Nyújtás



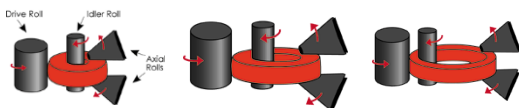
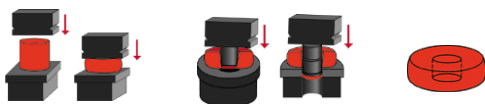
Simítás

5 / 58

5



Gyűrűkovácsolás és hengerlés



6 / 58

6



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

SZABADALAKÍTÓ KOVÁCSOLÁS

5:19

7 / 58

7



<http://www.youtube.com/watch?v=XBg5IXGjhVY>

GYŰRŰKOVÁCSOLÁS

10:04

8 / 58

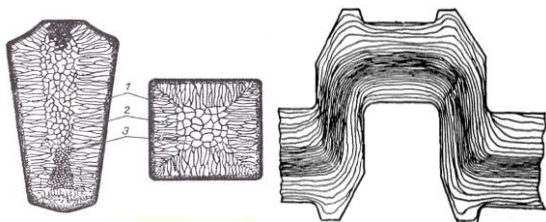
8



Süllyesztékes kovácsolás



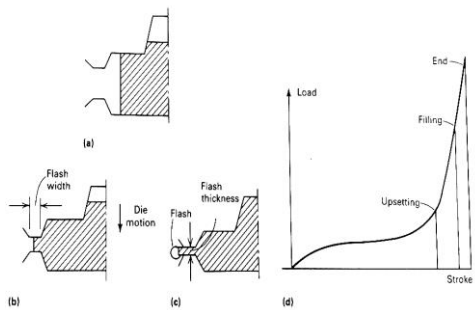
- Kiinduló darab: melegen hengerelt, vagy kisajtott rúd → szálirány



9 / 58

9

att Üregtöltés és alakítási erő

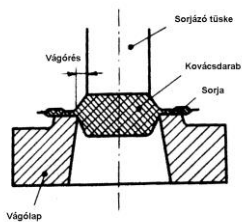


16 / 58

16

att Sorjázás

- Lényegében kivágó-lyukasztó művelet
- Történhet félmelegen és hidegen



17 / 58

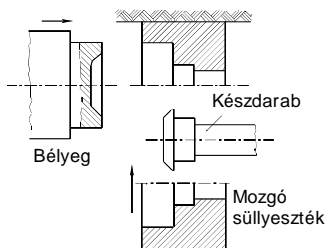
17

att A süllyesztékes kovácsolás lépései

- Kalibrálás
 - Sorjázás okozta deformációk okán, készüregben rá „sóhajtunk”
- Hőkezelés
 - Az adott ötvözetnek megfelelően...
- Revétlenítés
 - Kénsavas, vagy sósavas pác
 - Homok-, vagy sörétfúvatás
- Minőségvizsgálat
 - Geometria, belső üregek, átlapolódás stb.

18 / 58

18



- Nagy termelékenység (300-400 db/óra)
- Bonyolult alakú termékek
- Nagy gyártási pontosság
- Jó felületi minőség
- Osztott süllyeszték
- Rúdanyag
- Duzzasztás

19 / 58

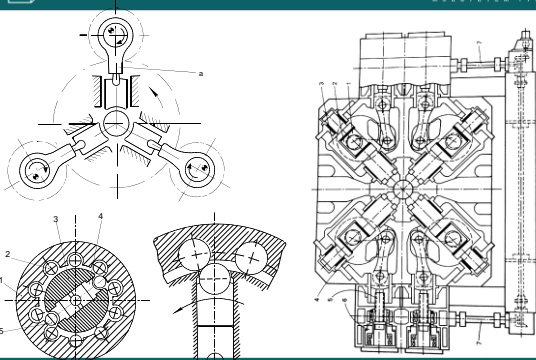
19

<http://www.youtube.com/watch?v=28xAbL1gT8Q>

VÍZSZINTES SÜLLYESZTÉKES KOVÁCSOLÁS 1:44

20 / 58

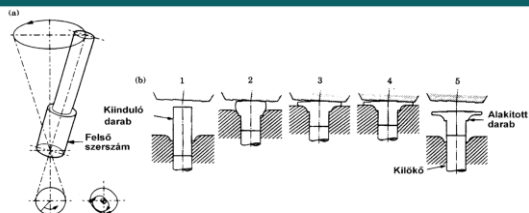
20



21 / 58

21

att Támolygó alakítás



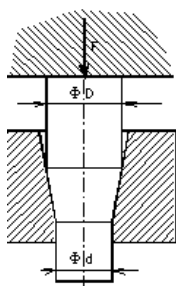
Különböző mozgáspályák

- Kör vagy spirál pályán mozgó szerszám
- Csak a munkadarab felületének egy részével érintkezik
→ kisebb alakítóerő, közel hidrosztatikus állapot
- Tárcsaszerű alkatrészek (például szelepek gyártása)
- Szerszámszegény technológia

22 / 58

22

att Redukálás

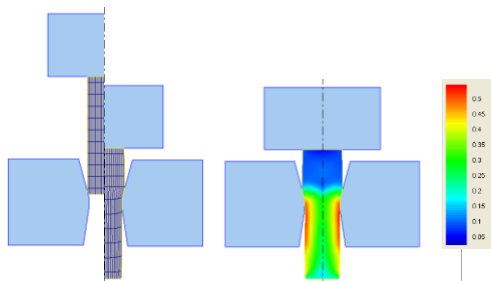


- Nagyobb átmérőjű fejrész és kisebb átmérőjű szárrész
- Olcsó művelet
- Jó lenne minden keresztmetszet csökkentést hasonlóan megoldani
- A fej nem zömül, rugalmas állapotban marad – szegecselés
- A fej nem hajolhat ki ($H/D < 2,4$)

23 / 58

23

att Redukálás modellezése

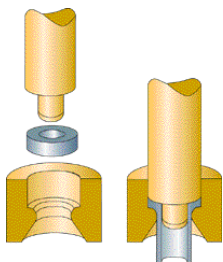


24 / 58

24



Folyató eljárások



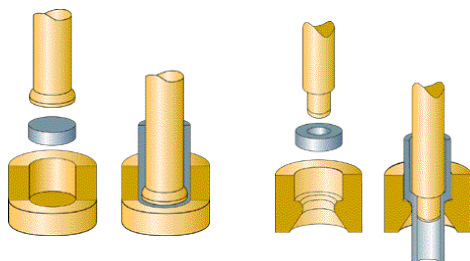
- Előrefolyatás
- Ha a redukálás feltételei nem teljesülnek, akkor a fejet meg kell támasztani
- Bélyeg
- Matrica
- Munkadarab

25 / 58

25



Folyató eljárások



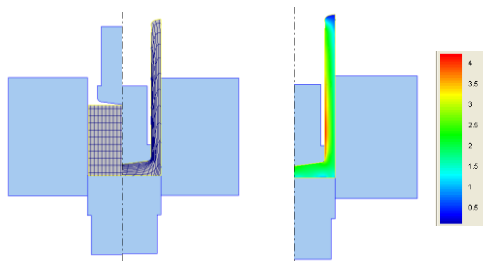
- Hátrafolyatás
- Kombinált folyatás

26 / 58

26



Hátrafolyatás modellezése

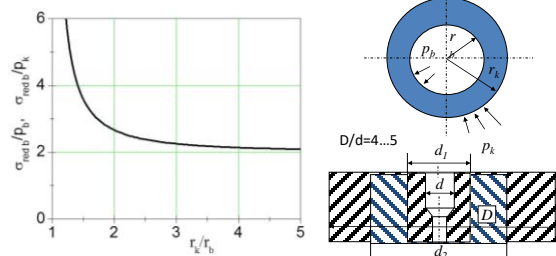


27 / 58

27

att Bélyeg és matrica méretezés

- Egyszerű modell: vastagfalú cső



28 / 58

28

att Bélyeg és matrica méretezés

- Bélyegnél két határ létezik

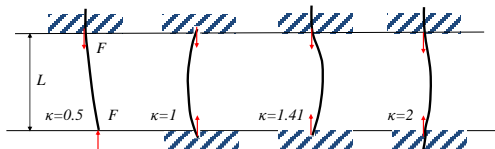
– Szilárdság

- Feszültséggyűjtő helyek

– Kihajlási határ

- Alak és megfogás

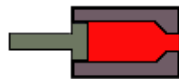
$$F_{krit} = \frac{\pi^2 IE}{l^2 \kappa^2}, \quad F < F_{krit}$$



29 / 58

29

att Sajtolás, extrudálás



Direkt sajtolás



Indirekt sajtolás



30 / 58

30



http://www.youtube.com/watch?v=vHkwq_2yY9E

ALUMÍNIUM SAJTOLÁS – MODELL 1:30



31



<http://www.youtube.com/watch?v=iiG1q7408ME>

ALUMÍNIUM SAJTOLÁS 3:02



32



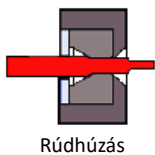
<http://www.youtube.com/watch?v=s99a5FkV2aY>

ALUMÍNIUM SAJTOLÁS 3:17

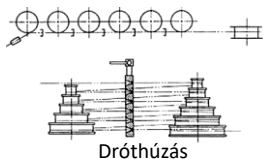


33

att Rúd- és dróthúzás MŰEGYTEM 1782



Rúdhúzás



Dróthúzás



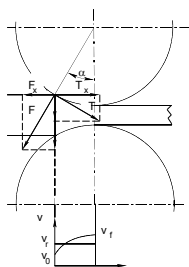
Húzógyűrűk

34 / 58

34

att Hengerlés MŰEGYTEM 1782

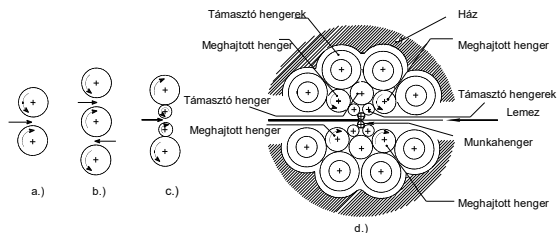
- Térfogatalakítás (!)
- Lehet hideg- és meleghengerlés is
- Bugából szalagok, lemezek előállítás
- Feltétel:
 - $F_x < T_x \rightarrow \tan \alpha < \mu$
- Durvalemez: 4-60 mm
- Finomlemez: 0,2-4 mm



35 / 58

35

att Hengerszékek sémái MŰEGYTEM 1782



36 / 58

36

<http://www.youtube.com/watch?v=AuuP8L-Wppi>

MELEGHENGERLÉS

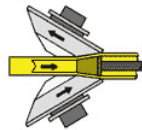
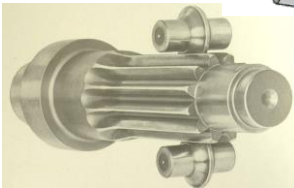
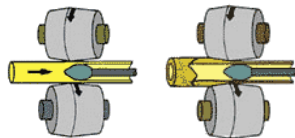
6:31

37 / 58

37

Különleges hengerlések

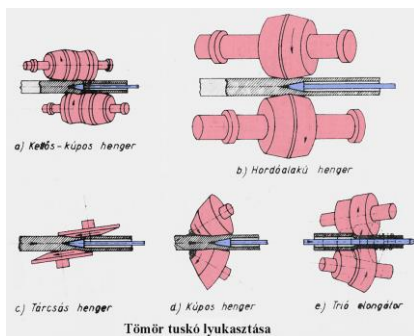
- Profilhengerlés
- Grob fogazás
- Csőgyártás
– Mannesmann



38 / 58

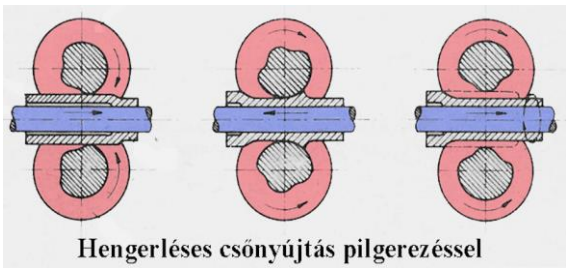
38

Mannesmann eljárás



39 / 58

39



Hengerléses csőnyújtás pilgerézéssel

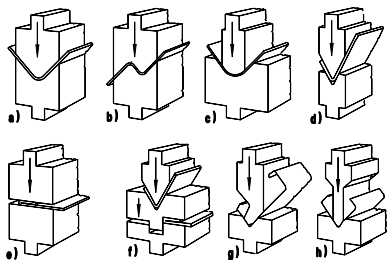
40

http://www.youtube.com/watch?v=6xnKmt_gSLs

PROFILHENGERLÉS

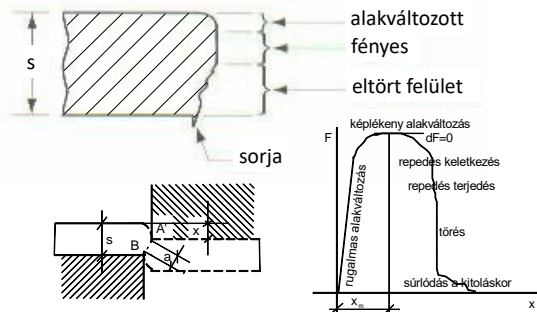
2:46

41



42

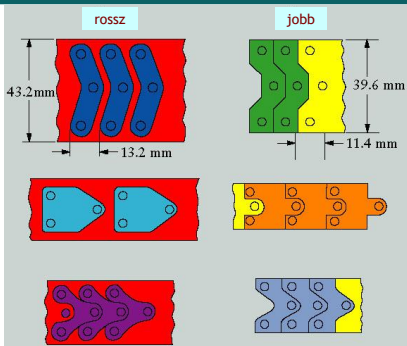
att Vágott felület keresztmetszete MŰEGYTEM 1782



46 / 58

46

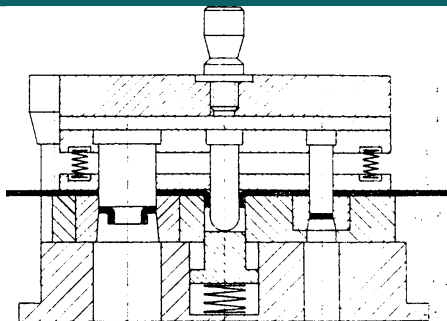
att Sávterv MŰEGYTEM 1782



47 / 58

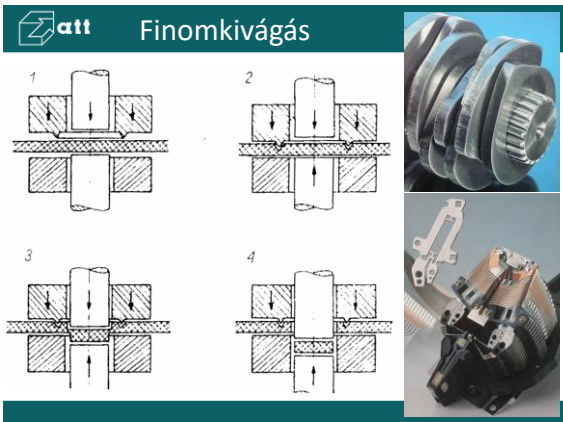
47

att Kombinált sorozatszámok MŰEGYTEM 1782



48 / 58

48



49



<http://www.youtube.com/watch?v=2pijgDGtKic>

LYUKASZTÁS

2:38

50 / 58

50




<http://www.youtube.com/watch?v=S6boaq0c18k>

UNIVERZÁLIS CNC

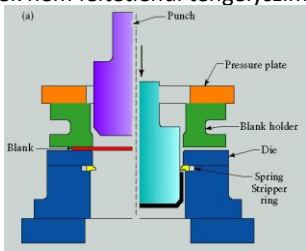
3:20

51 / 58

51

att Mélyhúzás 

- Sík lemezből, főleg húzó igénybevétellel üreges testet állít elő
- A termék nem feltétlenül tengelyszimmetrikus

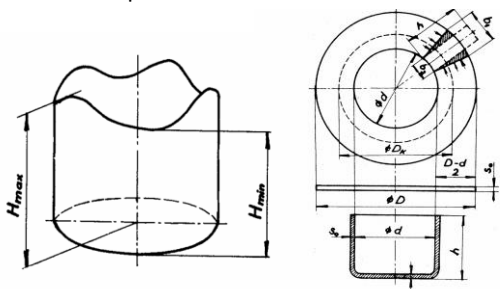


52 / 58

52

att Fülestedés 

- Az anizotrópia fülestedést és ráncosodást okoz

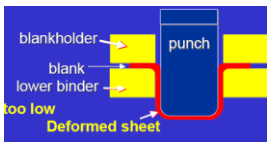


53 / 58

53

att Ráncosodás 

- A lemez síkjában ébredő tangenciális feszültség helyi instabilitást, ráncot okoz
- $D/s < 20$ esetén nem kell ráncgátló (vastag lemez)

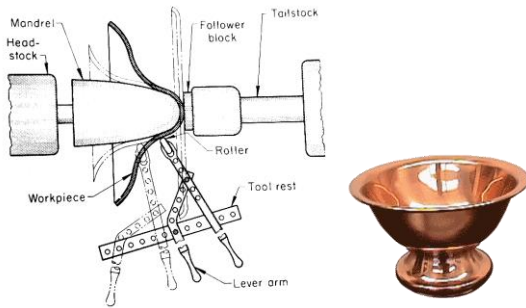


54 / 58

54



Fémnyomás



55 / 58

55



<http://www.youtube.com/watch?v=um-bilfru-c>

KÉZI FÉMNYOMÁS

4:13

56 / 58

56



<http://www.youtube.com/watch?v=pzL8RiaXwo>

GÉPESÍTETT FÉMNYOMÁS

4:09

57 / 58

57



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

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



58
