

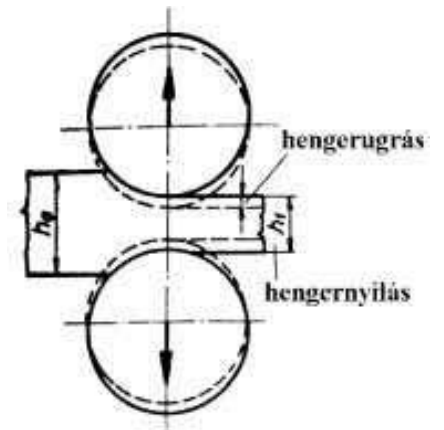
Hengerlés

# Hengerlés fogalma, technológia termék szerinti felosztása

- Hengerléskor a munkadarab két ellentétes irányban forgó henger között halad keresztül, miközben keresztmetszete csökken, hosszúsága növekszik.
- Termék szelvénye alapján:
  - Alakos termékek hengerlése
  - Lapos termékek hengerlése
  - Varrat nélküli csövek hengerlése
    - Csőlyukasztás
      - Mannesman – rendszerű ferde hengerson
      - Stiefel – rendszerű ferde hengerson
    - Csőnyújtás
      - Pilger – rendszerű csőnyújtó hengerson

# Hengerlés alapfogalmai

- Szűrés:
  - Szűrésnek nevezzük a munkadarab áthaladását a hengerek között.
- Szűrőszám:
  - Legtöbb esetben nem lehet egyetlen szűréssel a kívánt méretű és alakú szelvényt kialakítani, rendszerint több szűrés szükséges. Ezek összegét szűrőszámnak nevezzük.
- Hengerköz:
  - Az együtt dolgozó két henger közti legkisebb távolság a hengerköz.
- Hengerugrás:
  - Hengerléskor az alakító erő hatására a hengerköz megnő, ezt a növekedést hengerugrásnak nevezzük.
  - A hengerek közül kifutó munkadarab vastagsága a hengerugrás mértékével nagyobb lesz, mint a beállított hengernyílás.
  - Hengerugrás mértéke függ: hengerek átmérőjétől és hosszától, munkadarab anyagától, hengerállvány merevségétől-
  - $d (0.1-0.3)\%$ -a



# Hengerléstechnológia jellemzői

- Hengerelt darab méretei
  - Kezdeti:  $h_0, b_0, l_0$
  - Végő:  $h_1, b_1, l_1$
- Magasságcsökkenési tényező:  $\frac{h_1}{h_0}$
- Szélesedési tényező:  $\beta = \frac{b_1}{b_0}$
- Nyújtási tényező:  $\lambda = \frac{l_1}{l_0}$
- $\ln \frac{h_1}{h_0} + \ln \beta + \ln \lambda = 0$
- Abszolút magasságcsökkenés:
  - $\Delta h = h_0 - h_1$
- Relatív magasságcsökkenés:
  - $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0}$
- Effektív magasságcsökkenés:
  - $\varphi = \ln \frac{h_1}{h_0}$

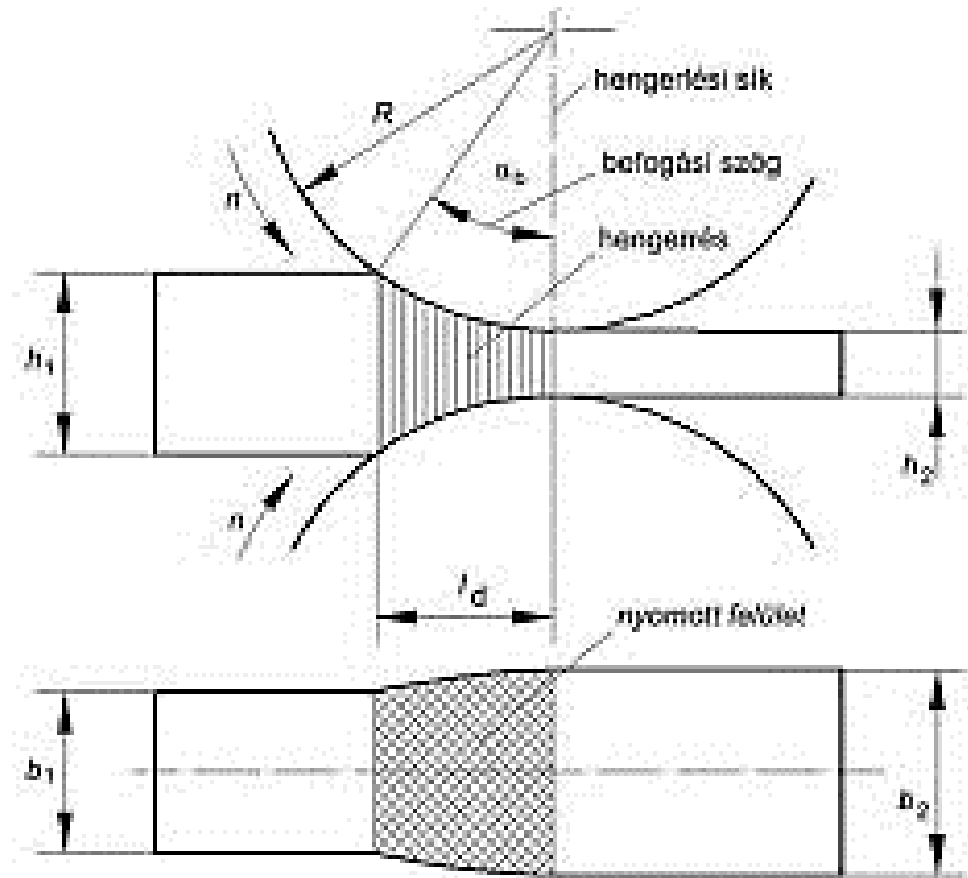
# Hengerléstechnológia jellemzői

- Alsó és felső nyomás
  - Két együtt dolgozó henger közül melyiknek nagyobb az átmérője.
  - Ha a felső henger átmérője nagyobb, akkor felsőnyomásról, ha az alsó henger átmérője nagyobb, akkor alsó nyomásról beszélünk.
  - Pl. 10 mm-es felső nyomás azt jelenti, hogy a felső henger átmérője 10 mm-rel nagyobb, mint az alsó henger átmérője
  - A kifutó darab irányításában van jelentősége
    - Felső nyomáskor a darab lefelé
    - Alsó nyomáskor a darab felfelé fut ki.
- Fogyás (keresztmetszet csökkenés)
  - A hengerlés egyik legfontosabb jellemző adata, amely a szűrés előtti és utáni keresztmetszetek különbsége.
  - Abszolút fogyás:  $\Delta A = A_0 - A_1$
  - Relatív fogyás:  $\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A_0} 100[\%]$
  - Ha a szélesedés elhanyagolható:  
 $b_0 = b_1 = b$   
 $\Delta A = b(h_0 - h_1) = b\Delta h$

# Hengerléstechnológia jellemzői

- Nyomott ív ( $l_d$ )
  - A darab és a henger érintkezési ívének vetülete
- Hideghengerléskor számításba kell venni a hengerek belapulását, ami a nyomott ív hosszát megnöveli.

$$l_d = \sqrt{R\Delta h - \frac{\Delta h^2}{4}} \approx \sqrt{R\Delta h}$$



# Hengerléstechnológia jellemzői

- Nyomott felület:

- $A_{ny} = l_d b_k$
- $b_k = 0.5(b_0 + b_1)$  közepes szélesség

- Befogási szög ( $\alpha$ ):

- A nyomott ívhez tartozó középponti szög

$$\cos\alpha = \frac{R - \frac{\Delta h}{2}}{R} = 1 - \frac{\Delta h}{2R} = 1 - \frac{\Delta h}{D}$$

- A hengerek a darabot csak akkor képesek maguk közé behúzni, ha a  $\Delta h$  magasságcsökkenéshez tartozó befogási szög kisebb a súrlódási félkúpszögnél.

- $\alpha < \rho$

- $\operatorname{tg}\alpha < \operatorname{tg}\rho = \mu$

- $\operatorname{tg}\alpha_{max} = \mu$

- $\Delta h_{max} = D(1 - \cos\alpha_{max})$

- A befogási szög megnövelhető a hengerek felületének érdesítésével

- $\alpha_{max} = f(\text{hőmérséklet, hengerlési sebesség})$

- Hengerlési sebesség ( $v$ )

- $v = \frac{D\pi n}{60}$

- Kézi kiszolgálás esetén  $v \leq 9 \text{ m/s}$

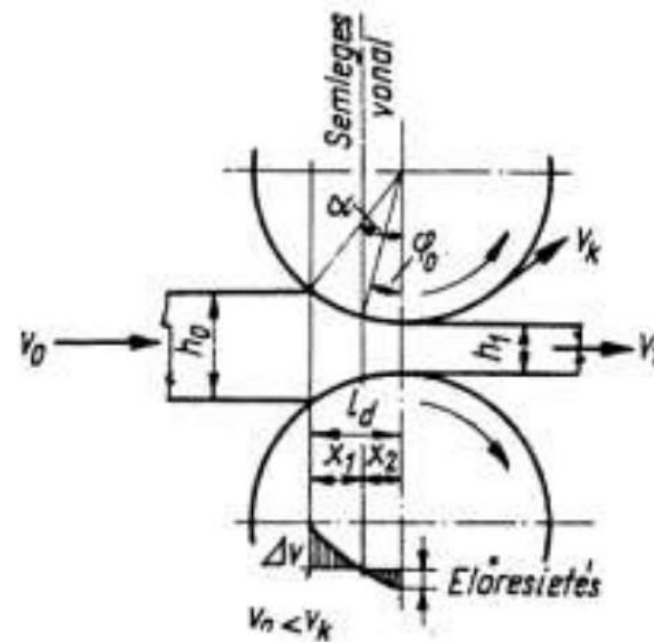
- $0.3 \leq v \leq 50 \text{ m/s}$

# Hengerléstechnológia jellemzői

- Előresietés

- A kifutó darab sebessége a kilépési keresztmetszetben nagyobb, mint a hengerek kerületi sebessége.
- $v_0 < v_k < v_1$
- Van egy olyan hely, ahol a darab sebessége és a kerületi sebesség megegyezik – ez a semleges keresztmetszet

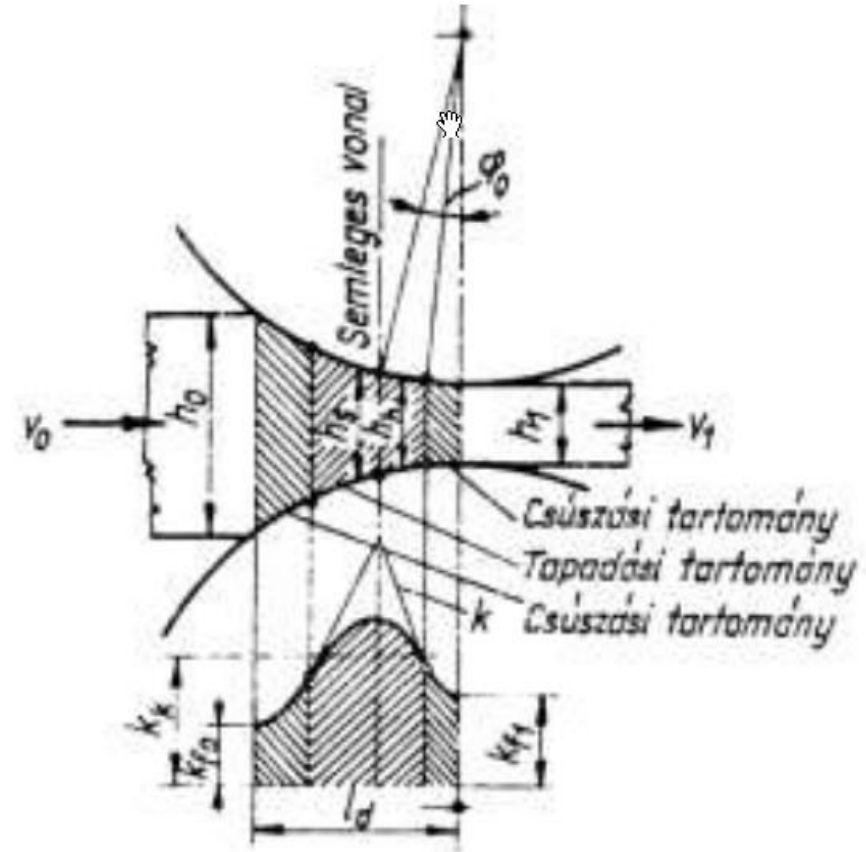
- $\Delta v = v_1 - v_k$
- $\Delta v$  értéke  $v_k$  15%-át is elérheti





# Hengerléstechnológia jellemzői

- Hengerlési erő
  - Érvényes a folyási feltétel:
  - $\sigma_1 - \sigma_3 = k_f \rightarrow K = k_f + \sigma_3$
  - Közepes alakítási szilárdság:
  - $K_k = k_f \left( 1 + c\mu \frac{l_d}{h_k} \right)$ 
    - $c = 1.1 + \frac{4.4h_k}{l_d}$
  - $F = K_k A_{ny}$



# Hengerléstechnológia jellemzői

- Hengerlési nyomaték
- $M_{\ddot{o}} = M_a + M_{cs} + M_{gy} + M_{HF}$ 
  - $M_a$  – alakítás nyomatéka
  - $M_{cs}$  – csapágysúrlódás nyomatéka
  - $M_{gy}$  – gyorsító nyomaték
  - $M_{HF}$  – szalagfeszítés és húzásból adódó nyomaték
- $M_a = F_h l_d$  - egy hengerpárra számolva
- Hengerlési teljesítmény
- $P = \frac{M\omega}{102} = \frac{Mn}{975} [kW]$
- $P_a = \frac{M_a n}{975}$