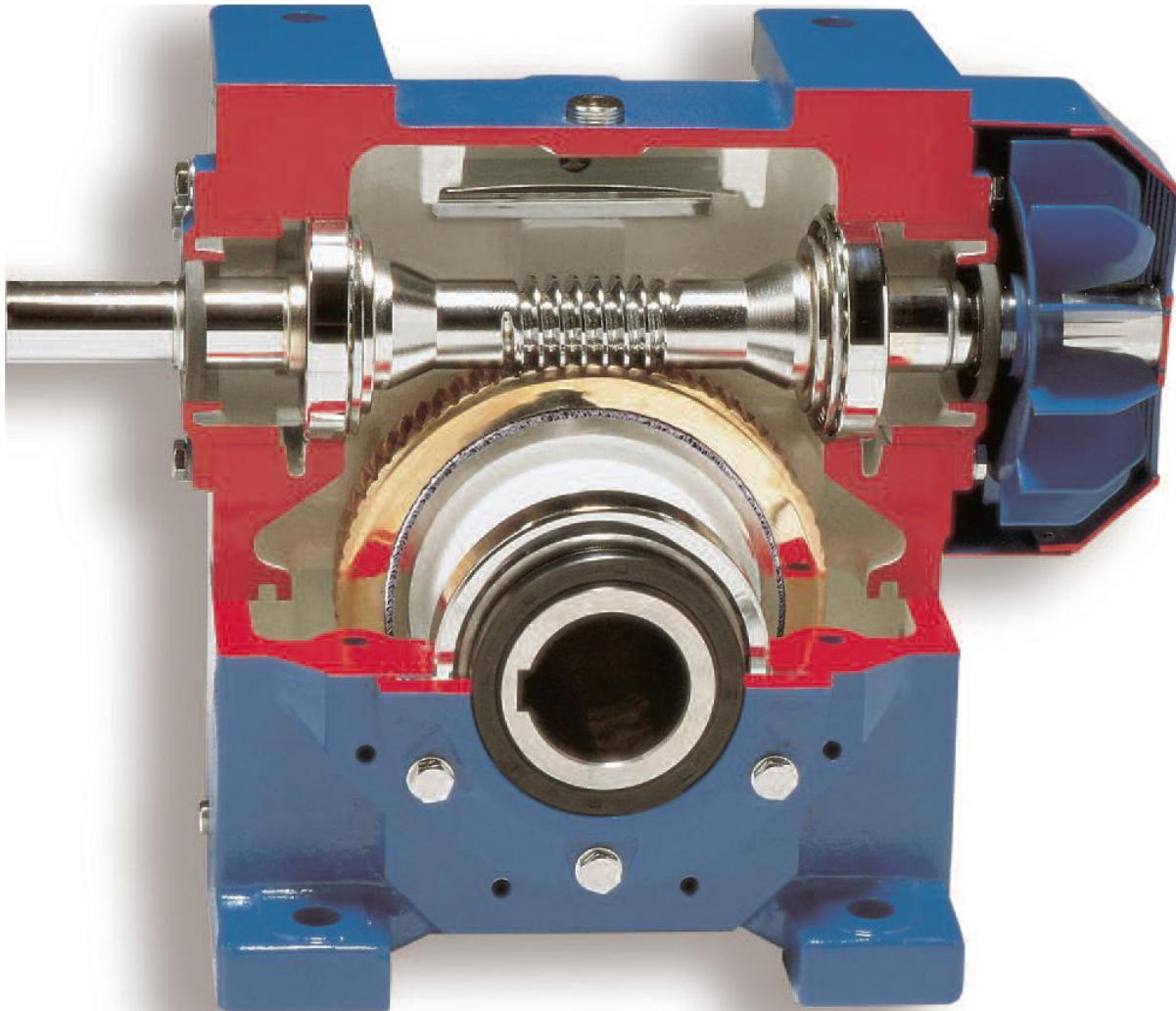


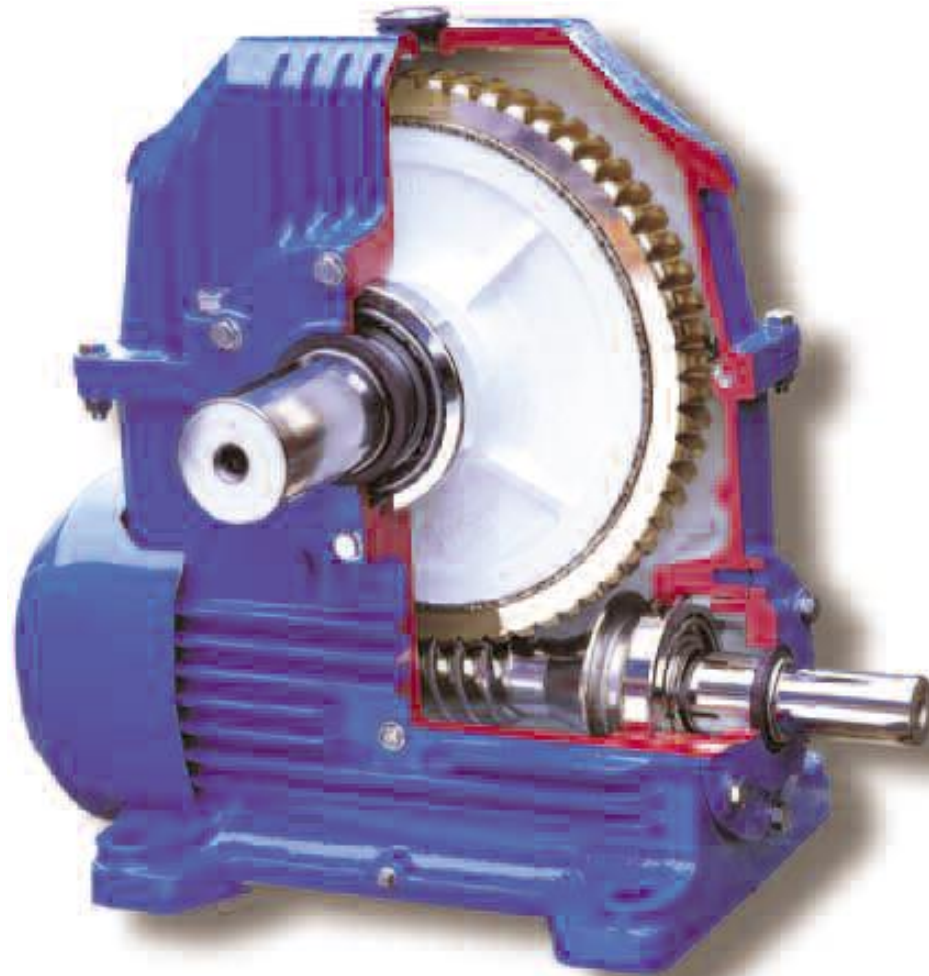
GÉPSZERKEZETTAN - TERVEZÉS

Csigahajtások

Konstrukció (felsőcsigás hajtómű)



Konstrukció (alsócsigás hajtómű)



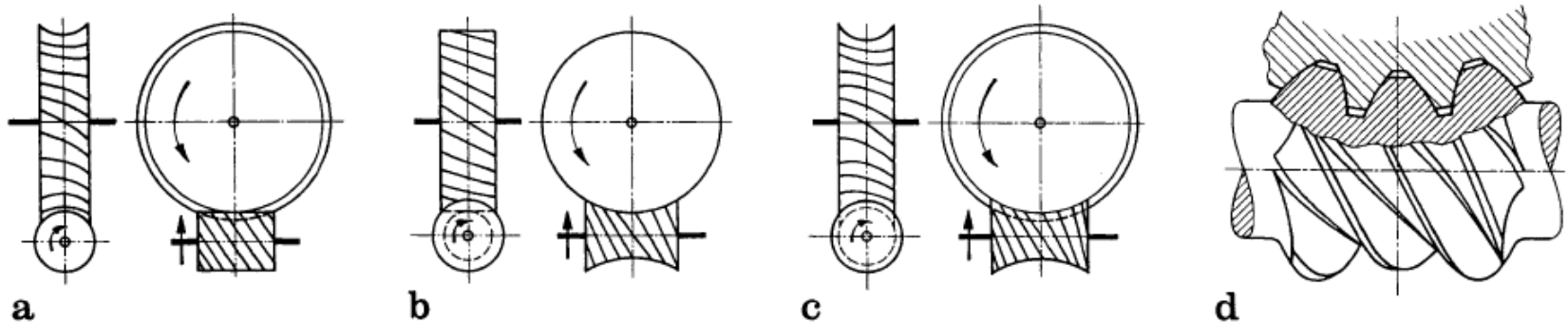
Műszaki jellemzők

- Az átvihető teljesítmény 40 W-120 kW, extrém esetben 1000 kW, egy lépcsőben
- Nagy áttétel valósítható meg $i = 5 - 100$, kinematikai hajtásoknál maximum 1000
- Viszonylag kis méretek és tömeg jellemzi
- Csendes járású
- Önzárás lehetősége

Műszaki jellemzők és alkalmazás

- Hátránya a nagy csúszás, ami jelentős súrlódási veszteséget okoz, ennek rossz hatásfok lehet a következménye
- A hatás csökkentésére a csigakereket nemvas fémből, általában bronzból készítik és gyűrűként alakítják ki
- Csigahajtásokat használnak keverőkben, emelőművekben, textilgépekben, présekben, hajó propeller hajtásokban, járművekben, stb.

Csigahajtások típusai

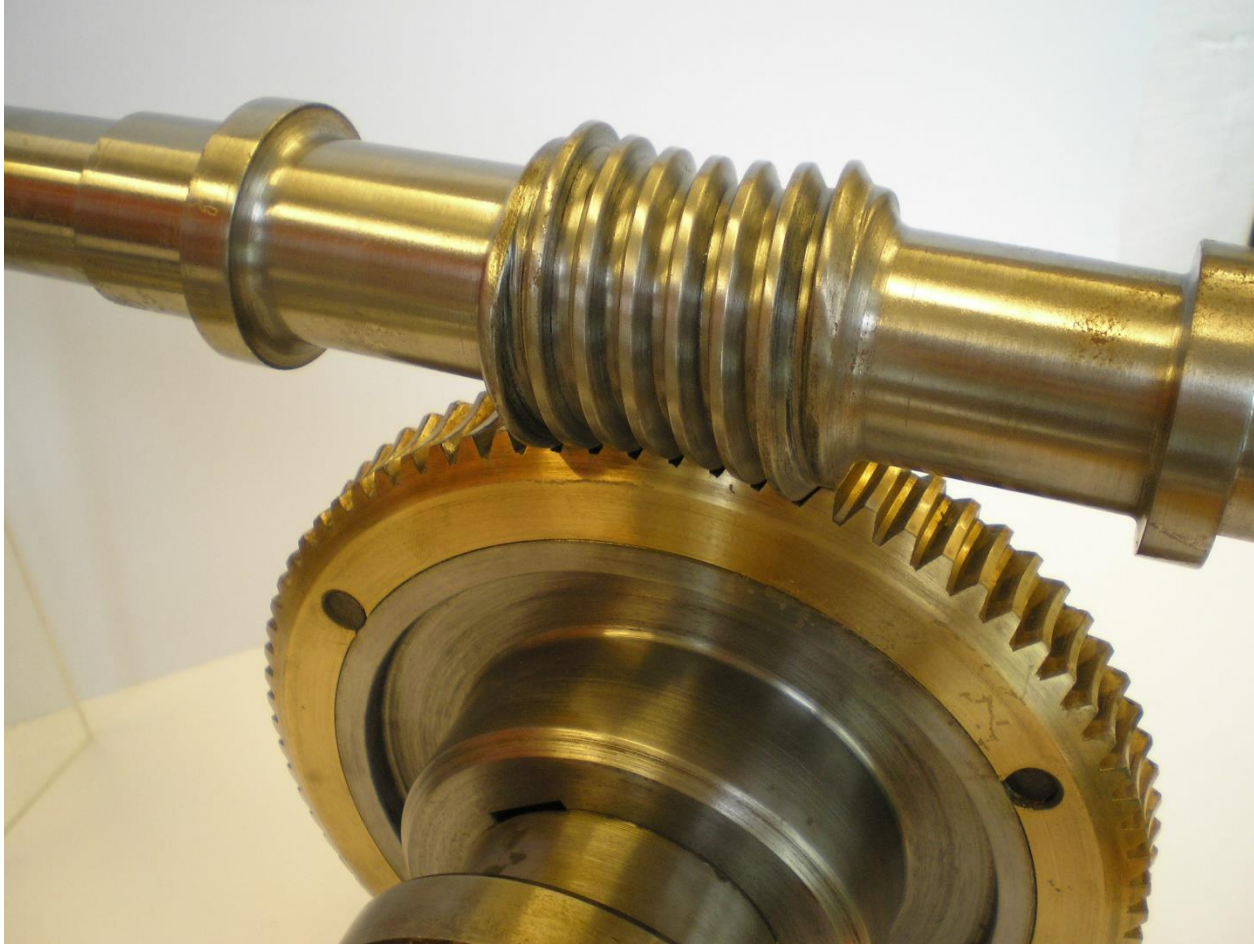


- a) Hengeres csiga globoid csigakerékkel
- b) Globoid csiga hengeres csigakerékkel
- c) Globoid csiga globoid csigakerékkel
- d) Globoid csiga globoid csigakerékkel

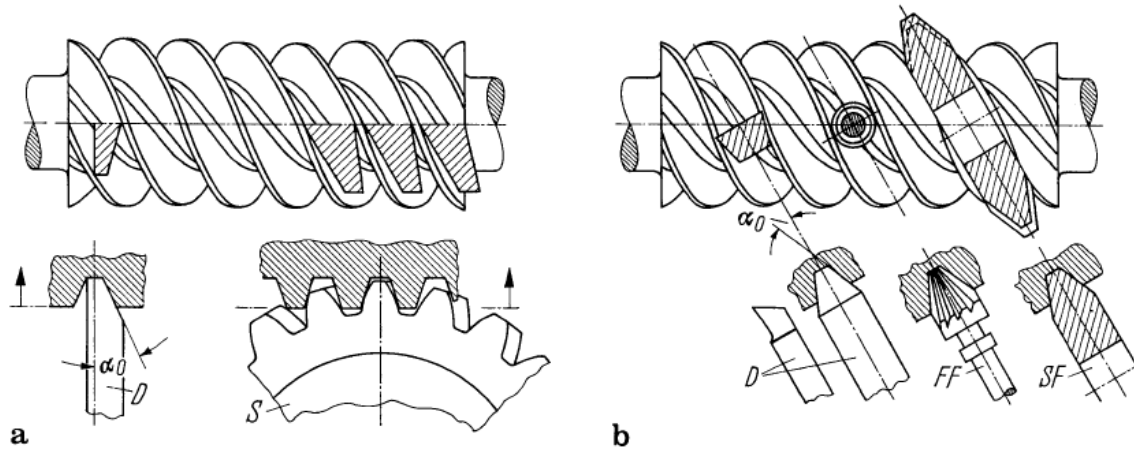
Hengeres csigahajtás



Globoid csigahajtás

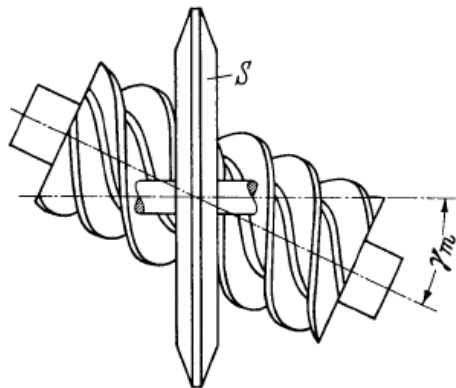
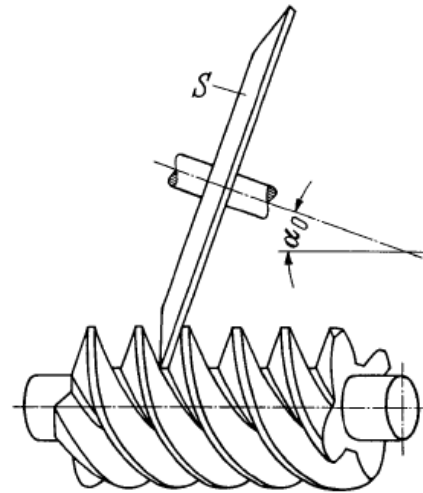
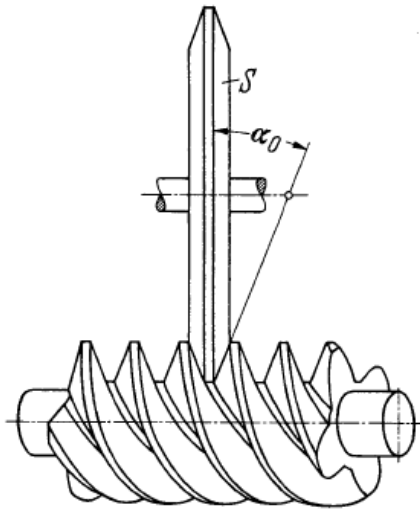


Hengeres csigák típusai



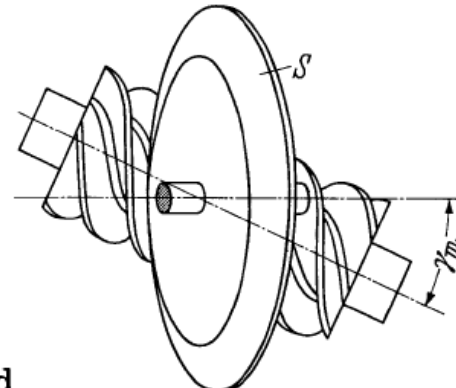
- a) Archimedesi csiga, ZA
- b) Konvolut csiga, ZN
ZK csiga

Hengeres csigák típusai



c

c) ZK csiga



d

d) Evolvens csiga, ZI

ZA csiga

- A ZA csiga tengelymetszetben egyenes (trapéz) profilú
- A fogoldal enyhén konvex a normálmetszetben
- A profil homlokmetszetben archimedeszi spirális
- A tengelymetszetben szabványos paraméterekkel rendelkeznek: $m_x=m$, $\alpha_x=\alpha$
- A csiga esztergálással előállítható
- A szerszám trapéz alakú és a tengelymetszet síkjában helyezik el
- Kicsiny teherbírású

ZN csiga

- A ZN csiga normálmetszetben egyenes profilú
- A normálmetszet
 - a menethernyó csavarvonalára merőleges,
 - vagy
 - az árok csavarvonalára merőleges
- Tengelymetszetben a profil enyhén konvex
- Homlokmetszetben nyújtott, vagy hurkolt evolvens
- Normálmetszetben szabványos paraméterekkel rendelkezik: $m_n=m$, $\alpha_n=\alpha$

ZI csiga

- A ZI csiga homlokmetszetben evolvens profilú
- Az egyenes alkotók az alaphenger érintősíkjában helyezkednek el
- A fogoldalak a tengelymetszetben és a normálmetszetben egyaránt konvex profillal bírnak
- Normálmetszetben szabványos paraméterekkel rendelkezik: $m_n=m$, $\alpha_n=\alpha$

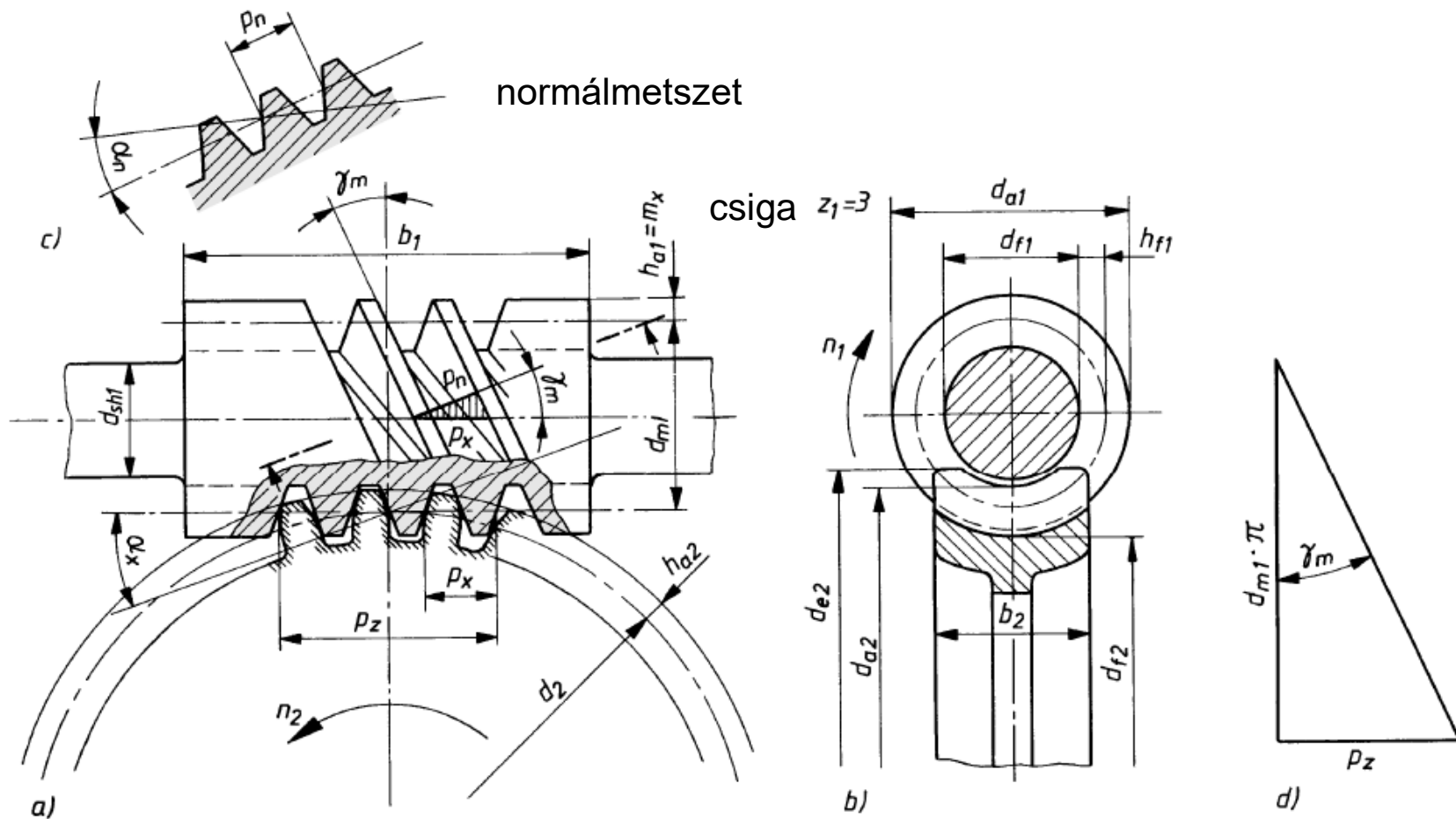
ZI csiga

- A ZI csiga egy ferde fogú hengeres fogaskeréknek tekinthető
- A szerszám vágóélei az alaphengeren lévő csavarvonalak érintői
- A fogoldalak sík felületű koronggal köszörülhetők

ZK és ZH csiga

- A ZK csigát kúpos ujjmaróval, vagy tárcsamaróval gyártják, ill. azonos alakú köszörűkorongokkal köszörülik
- A ZH csiga ívelt profillal rendelkezik,
 - köszörülhető,
 - nagy teherbírású,
 - drága

Geometria-1



Geometria-2

- Áttétel:
$$i = \frac{n_1}{n_2} = u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{T_2}{T_1 \cdot \eta}$$

n_1, n_2 a csiga és a csigakerék fordulatszáma

z_1, z_2 a csiga és a csigakerék fogszáma

T_1, T_2 nyomaték a csigán és a csigakeréken

η hatásfok

- Menetemelkedési szög:
$$\tan \gamma_m = \frac{p_z}{d_{m1} \cdot \pi}$$

γ_m a menetemelkedési szög

p_z menetemelkedés, $p_z = z_1 p_x$

z_1 csiga menetszáma

Geometria-3

p_x axiális osztás, $p_x = m_x \pi$

m_x axiális modul

d_{m1} csiga osztókörátmérő

• Normálás, normálmodul: $p_n = p_x \cdot \cos \gamma_m$

$$m_n = m_x \cdot \cos \gamma_m$$

• Csiga osztókörátmérő:

$$d_{m1} = \frac{z_1 \cdot m_x}{\tan \gamma_m} = \frac{z_1 \cdot m_n}{\sin \gamma_m} = q m_x$$

q az átmérőhányados

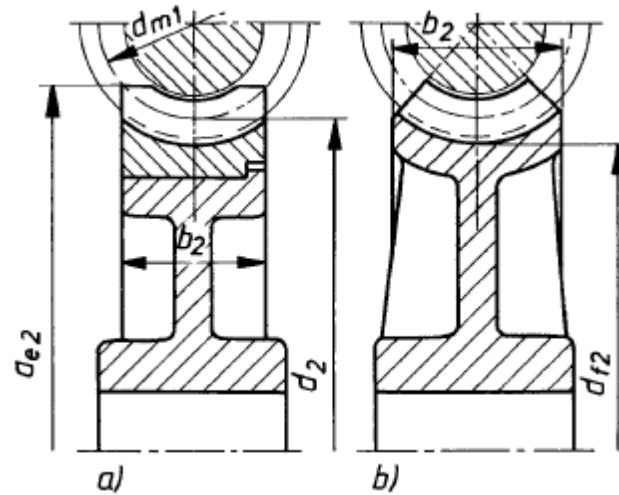
Geometria-4

- Csiga fejkörátmérője: $d_{a1} = d_{m1} + 2 \cdot m_x$
- Csiga lábkörátmérője: $d_{f1} \approx d_{m1} - 2,5 \cdot m_x$
- Csiga fogszélessége (hossza): $b_1 \geq 2 \cdot m_x \cdot \sqrt{z_2 + 1}$
- Csigakerék osztókörátmérője: $d_2 = m_t \cdot z_2$
 m_t a csigakerék homlokmodulja, $m_t = m_x$
- Csigakerék fejkörátmérője: $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_x$

Geometria-5

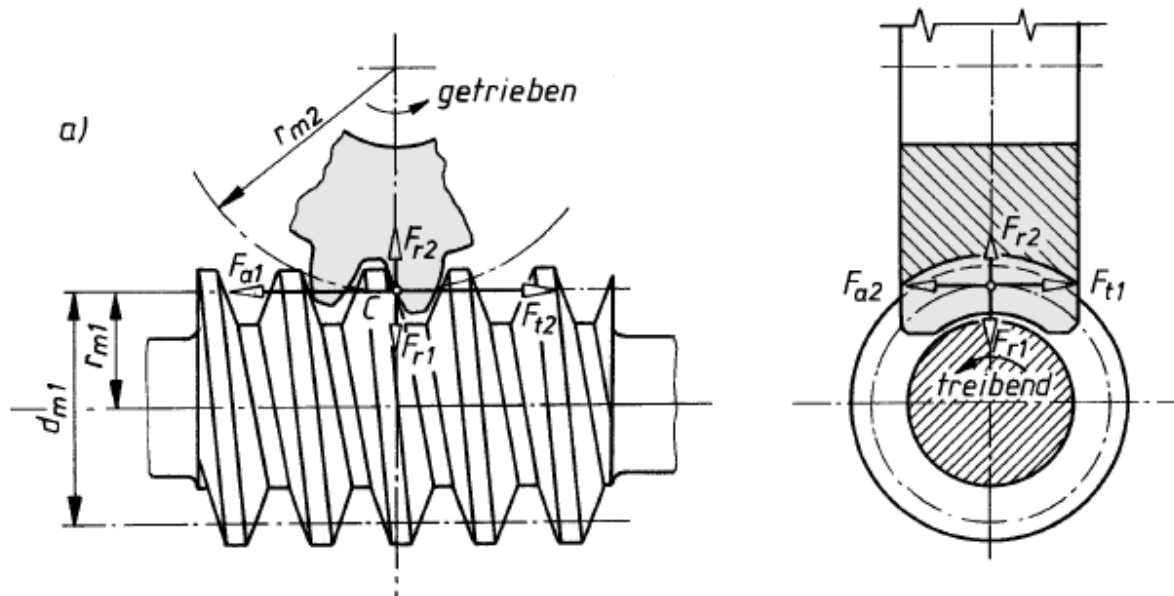
- Csigakerék lábkörátmérője: $d_{f2} \approx d_2 - 2,5 \cdot m_x$
- Csigakerék külső átmérője: $d_{e2} = d_{a2} + m_x$
- Csigakerék szélessége
 - Öntöttvas, acélöntvény, bronz koszorú esetén: $b_2 \approx 0,45 \cdot (d_{a1} + 4 \cdot m_x)$
 - Könnyűfémre: $b_2 \approx 0,45 \cdot (d_{a1} + 4 \cdot m_x) + 1,8 \cdot m_x$

Geometria-6

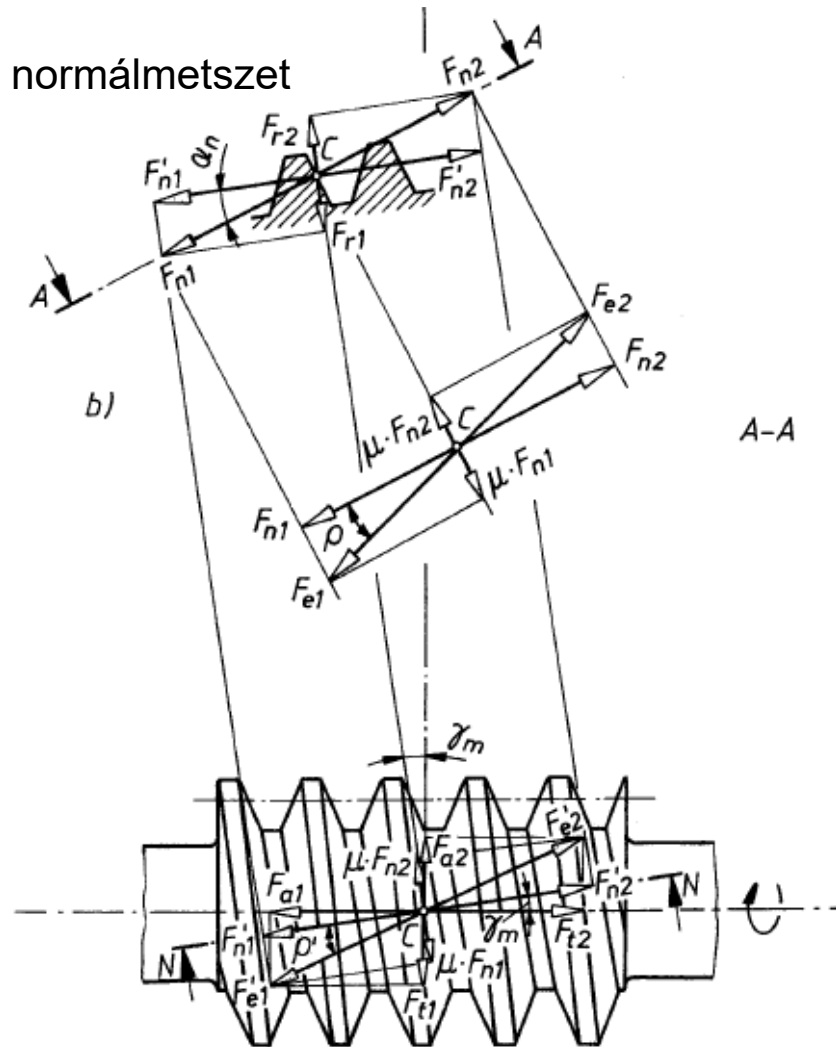


- Tengelytáv:
$$a = \frac{d_{m1} + d_2}{2}$$
- Axiális profilszög:
$$\tan \alpha_x = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \gamma_m}$$

Erőhatások-1



Erőhatások-2



Kerületi erő a csigán:

$$F_{t1} = \frac{T_{1eq}}{d_{m1}/2} = -F_{a2}$$

Kerületi erő a csigakeréken:

$$F_{t2} = \frac{T_{2eq}}{d_2/2} = -F_{a1}$$

Radiális erő:

$$F_{r1} = F_{t1} \cdot \frac{\tan \alpha_n}{\sin(\gamma_m + \rho_z)} = -F_{r2}$$

Erőhatások-3

- Hajtónyomaték: $T_{1eq} = K_A \cdot T_1$
- Terhelőnyomaték: $T_{2eq} = K_A \cdot T_1 \cdot u \cdot \eta$
ahol
 - az üzemtényező, K_A
 - a fogsámviszony, u
 - az összhatásfok, η
- Az axiális erő a csigán, F_{a1}
- Az axiális erő a csigakeréken, F_{a2}

Hatásfok-1

- A csigahajtás teljesítmény vesztesége a fogazat, a csapágyak és a tömítések veszteségeiből tevődik össze
- A számítások során a kenési és a hűtési rendszerből származó veszteségeket általában elhanyagolják
- A hatásfok a hajtott és a hajtó tag teljesítményének viszonyszáma
- Nagysága eltérő, ha a csiga vagy a csigakerék hajt

Hatásfok-2

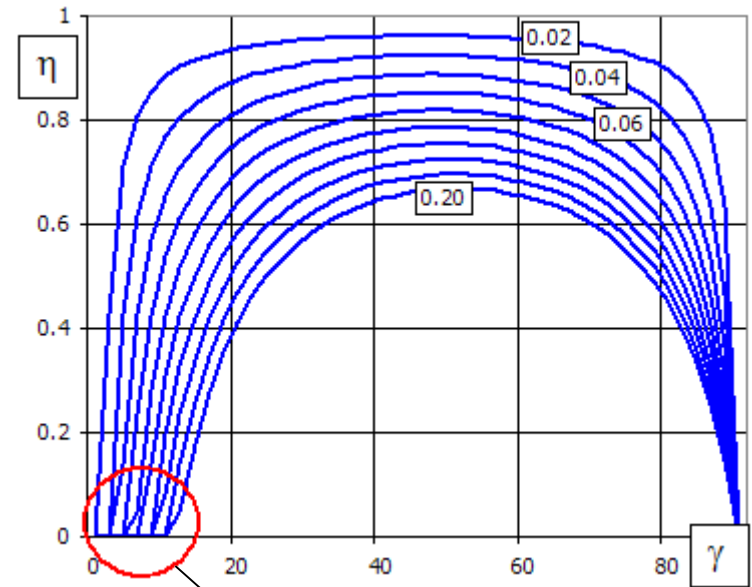
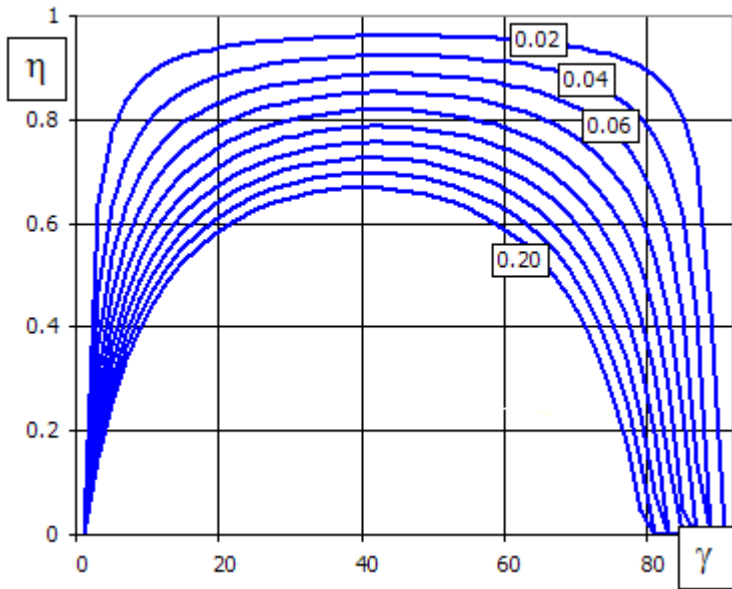
- Ha a csiga a hajtó tag: $\eta_{12} = \frac{\tan \gamma}{\tan (\gamma + \rho)}$

$$\eta_{\max} = \frac{\tan \left(\frac{\pi}{4} - \rho \right)}{\tan \left(\frac{\pi}{4} + \rho \right)}$$

- Amikor a csigakerék a hajtó tag:

$$\eta_{21} = \frac{\tan (\gamma - \rho)}{\tan \gamma}$$

Hatásfok-3



- A csiga a hajtó tag
- A csigakerék a hajtó tag

önzárás

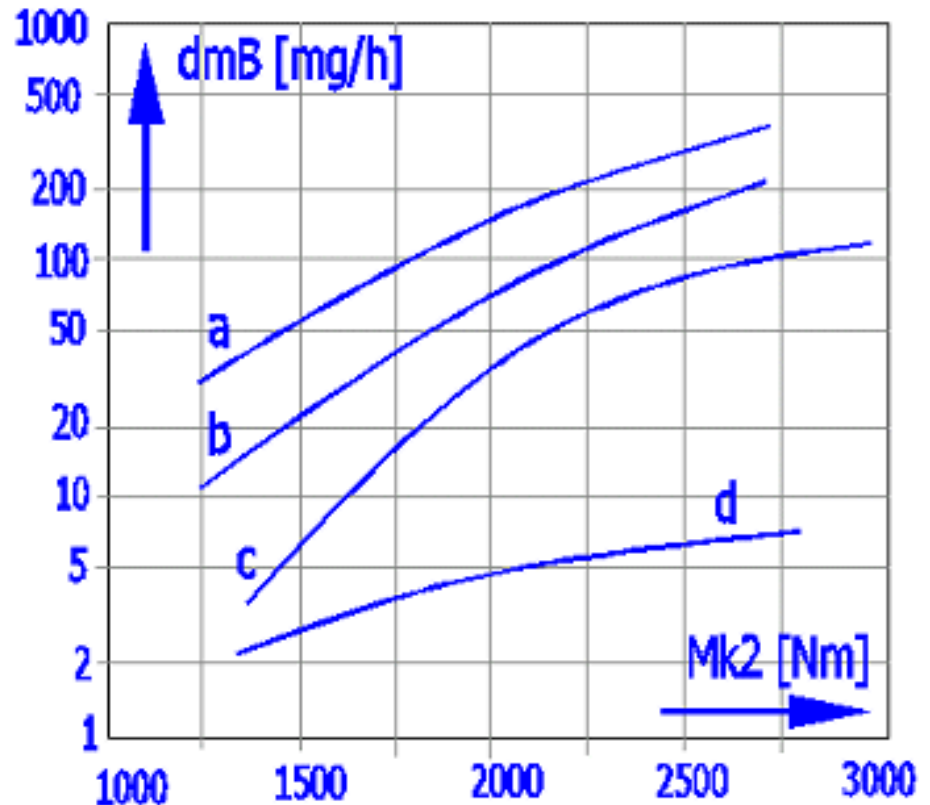
Csigahajtás teherbírása

A teherbírást meghatározó szempontok:

- Kopás
- Gödrösödés
- Fogtörés
- A csigatengely merevsége
- Melegedés

Kopási teherbírás-1

- csiga: 16MnCr5E
- csigakerék:
CuSn12Ni-GZ
- $a=160\text{mm}$; $n_1=500$;
 $i=20$
- görbék:
ásványolaj:
- a) $v_{40}=220\text{ mm}^2/\text{s}$
- b) $v_{40}=460\text{ [mm}^2/\text{s]}$
- c) $v_{40}=680\text{ [mm}^2/\text{s]}$
szintetikus olaj:
- d) polyglykol



Kopási teherbírás-2

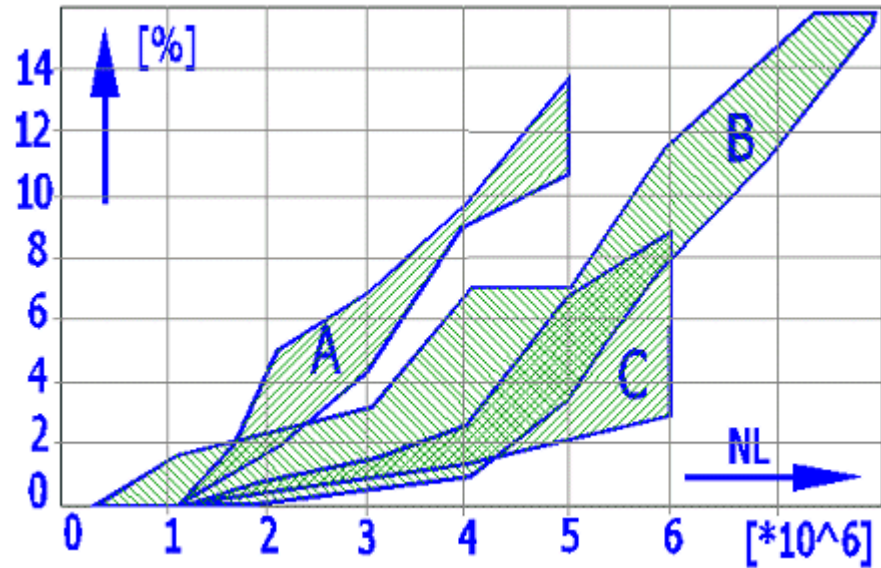
- A kopást befolyásoló tényezők:
 - Anyagpárosítás
 - Olaj típusa
 - Olajfilm vastagsága
 - Terhelés változása
 - Terhelés nagysága

Gödrösödési teherbírás-1

- A kifáradási repedés a fogoldalra ható ismétlődő terhelés, valamint a csúszás közben fellépő súrlódó erő hatására alakul ki
- A gödrösödés számítási összefüggése kísérleti eredményekre és működtetési tapasztalatokra épül

Gödrösödési teherbírás-2

- Vízszintes tengely: ciklusszám
- Függőleges tengely: a kigödrösödött terület a fogoldal területének %-ában
- csiga: 16MnCr5E; csigakerék: CuSn12Ni-GZ
- Szintetikus olaj; $v_1=500$ mm²/s; $i=20$; $\sigma_{Hm} = 330$ MPa
- görbék: A) $a=160$ mm; B) $a=100$ mm; C) $a=65$ mm



Gödrösödési teherbírás-3

- Érintkezési feszültség σ_{Hm}

$$\sigma_{Hm} \approx \frac{4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{p_m^* \cdot T_{2eq} \cdot 10^3 \cdot E_{red}}{a^3}}$$

- Megengedett érintkezési feszültség σ_{HP}

$$\sigma_{HP} = \sigma_{H \lim} \cdot Z_h \cdot Z_v \cdot Z_s \cdot Z_{oil}$$

- Biztonsági tényező gödrösödésre

$$S_H = \frac{\sigma_{HP}}{\sigma_{Hm}} \geq S_{H \min} = 1,0$$

Gödrösödési teherbírás-4

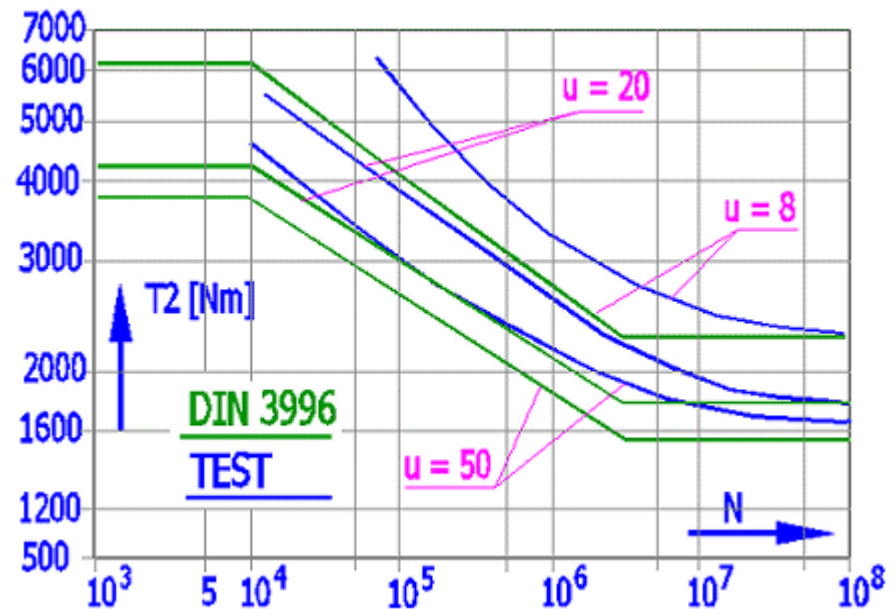
- A megengedett érintkezési feszültséget befolyásoló tényezők:
 - Z_h élettartamtényező
 - Z_v sebességtényező
 - Z_s mérettényező
 - Z_{oil} kenési tényező

Fogtőteherbírás-1

- A túl nagy fogtőfeszültség miatt a fog maradó alakváltozást szenved, ami az érintkezési terület eltolódását, majd fogtörést okoz
- A kutatásokat és a kísérleteket különböző tengelytávokra, áttételekre, átmérőhányadosokra és anyagokra végezték el
- Az ábra a kísérleti eredményeket és a DIN 3996 alapján számított értékeket mutatja

Fogtőteherbírás-2

- Vízszintes tengely: terhelési ciklusszám
- Függőleges tengely: terhelőnyomaték
- Csiga anyaga: 16MnCr5E
- Csigakerék anyaga: CuSn12Ni-GZ
- szintetikus olaj
- $a=120$, $u=8$; 20; 50
- zöld: számítás a DIN alapján; kék: kísérleti eredmények,
- megbízhatóság 50 %



Fogtőteherbírás-3

- A kísérleti eredmények szerint nagyobb áttételnél kisebb terhelőnyomaték okoz károsodást
- Ez a nyomaték növekvő ciklusszámnál egyre kisebb
- A kísérletek azt mutatták, hogy bronz keréknél a fogtörés előtt mindig maradó alakváltozás keletkezett

Fogtőteherbírás-4

- Nyírófeszültség a fogtőnél:

$$\tau_F = \frac{F_{tm2}}{b_2 \cdot m_x} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_F \cdot Y_\gamma \cdot Y_K$$

- A megengedett nyírófeszültség a fogtőben:

$$\tau_{FP} = \tau_{F \text{ lim}} \cdot Y_{NL}$$

- Y_ε kapcsolószám-tényező
- Y_F fogalaktényező
- Y_γ menetemelkedési tényező
- Y_K koszorúvastagsági tényező
- Y_{NL} élettartamtényező

Csigatengely merevsége

- A lehajlás biztonsága: $S_D = \frac{f_{meg}}{f_{max}} \geq 1$
- Nemesített csigatengelyre: $f_{meg} \approx 0,01 m_x$
- Edzett csigatengelyre: $f_{meg} \approx 0,004 m_x$

Melegedési biztonság

- A melegedési biztonság: $S_g = \frac{\mathcal{G}_{meg}}{\mathcal{G}_S} \geq 1,1$
- A megengedett olajhőmérséklet merülő olajkenésre:
 - Ásványolaj esetén $\mathcal{G}_{meg} = 90^\circ C$
 - Szintetikus olaj (polyglykol) esetén
 $\mathcal{G}_{meg} = 100...120^\circ C$