

GÉPELEMEK

Tengelykapcsolók

9. előadás

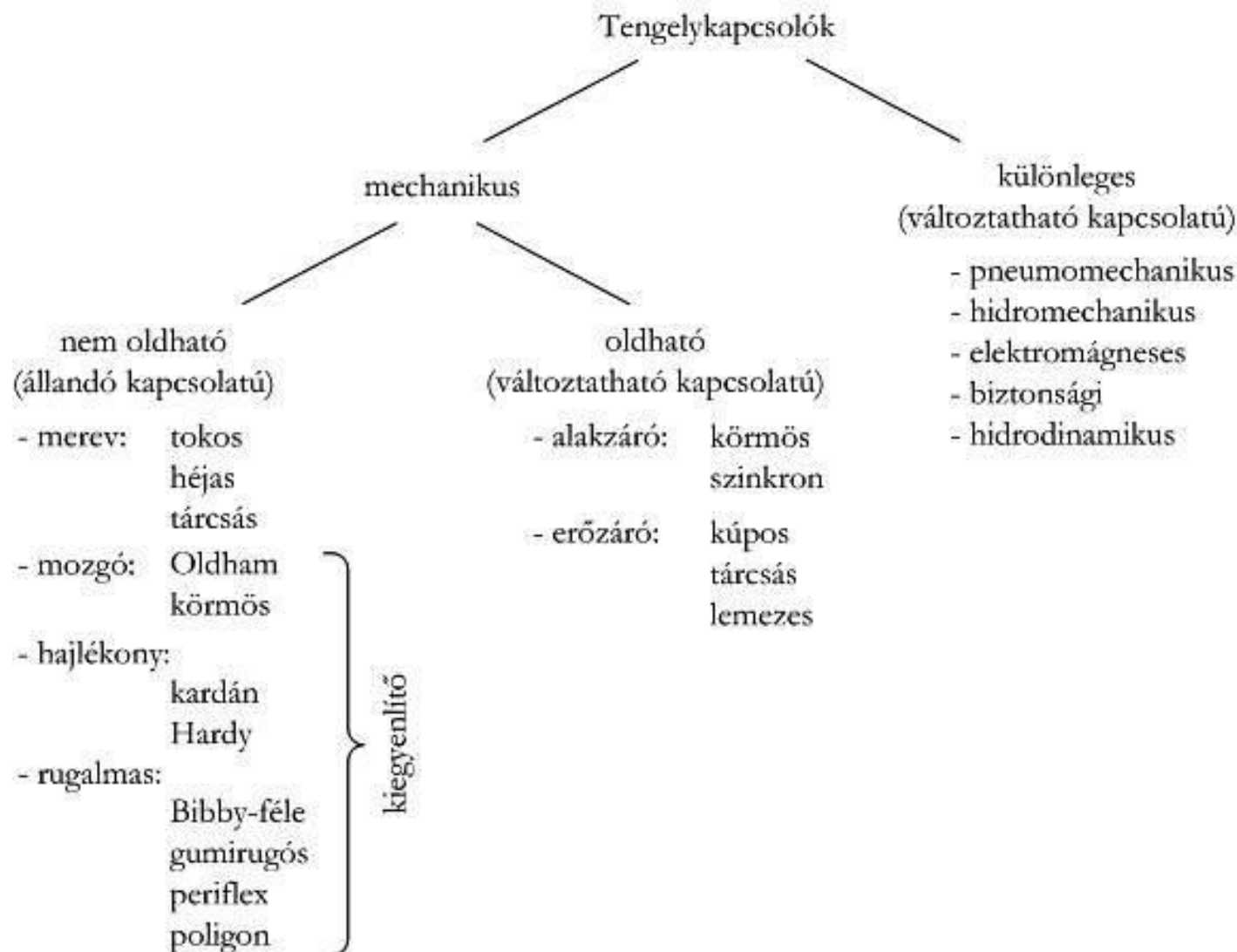
Dr. Balogh Tibor, Dr. Bukoveczky György, Lászlóné
Pozsgai Anna, Veres Miroslav

A tengelykapcsolók feladata

- Nyomatékátvitel
- Tengelyek összekapcsolása
- Torziós lengések csillapítása
- Lágyság indítás
- Tengelyek időszakonkénti szétkapcsolása

A tengelykapcsolók a hajtástechnika fontos elemei, napjainkban is folyamatosan fejlődnek és specializálódnak.

A tengelykapcsolók csoportosítása



A mértékadó nyomaték

$$T_{\max} = c_d \cdot T_n = c_d \cdot \frac{P}{\omega} \quad [\text{Nm}]$$

c_d - dinamikus tényező

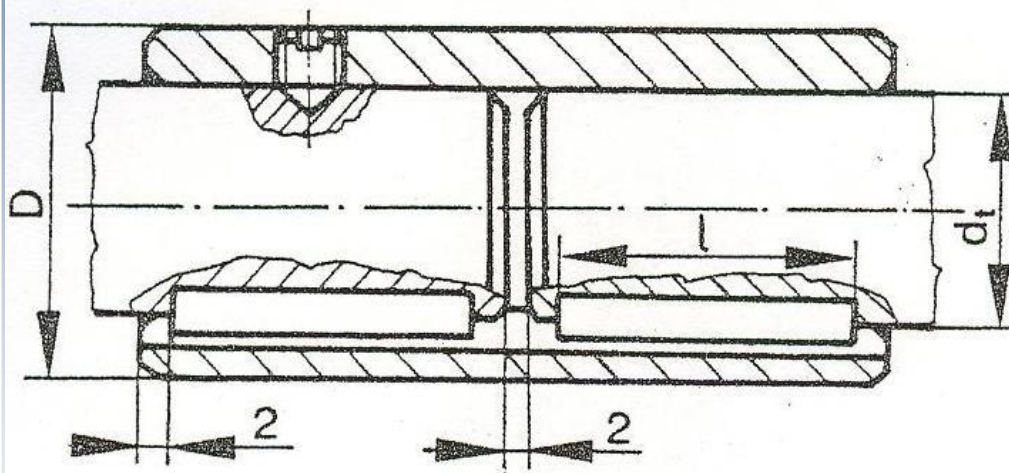
T_n - névleges nyomaték

P - teljesítmény

ω - szögsebesség

Nem oldható tengelykapcsolók (merev tdk.)

Tokos tengelykapcsoló (csőkapcsoló):



Öntöttvas és acél agyak
gyakorlati falvastagsága és
hossza:

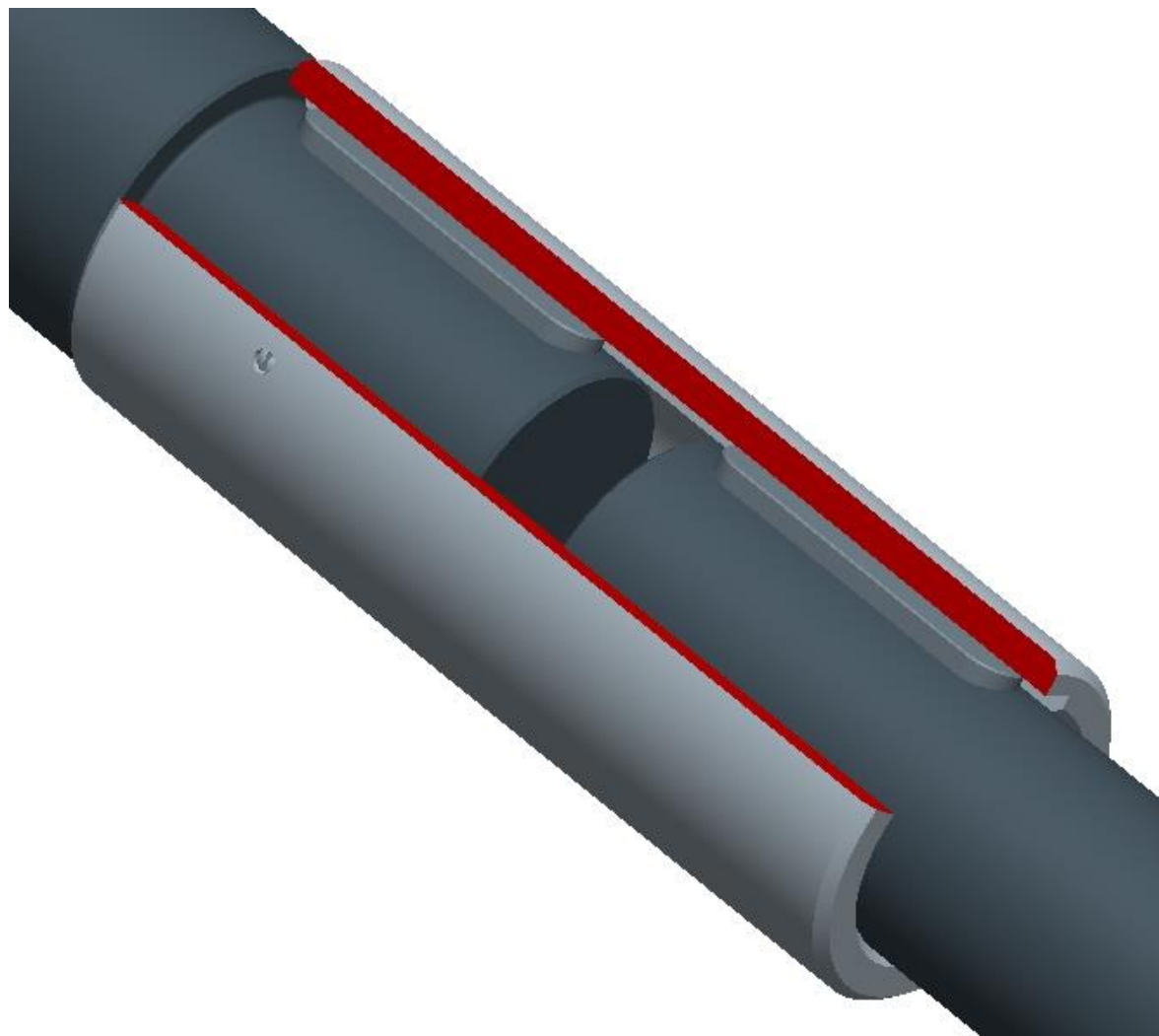
$$v_{\text{öv}} = (0,3 \dots 0,35) d_t ; \quad l = (2,5 \dots 3) d_t .$$

$$v_{\text{ac}} = (0,25 \dots 0,3) d_t ; \quad l = (1,2 \dots 2) d_t .$$

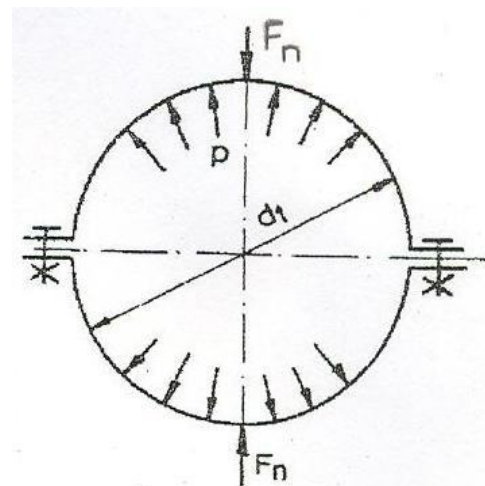
Az átvihető nyomaték:

$$T = \frac{(D^4 - d_t^4) \pi}{16 \cdot D} \tau_{\text{cső}} = \frac{d^3 \cdot \pi}{16} \tau_t$$

Tokos tengelykapcsoló (csőkapcsoló):



Héjas tengelykapcsoló:

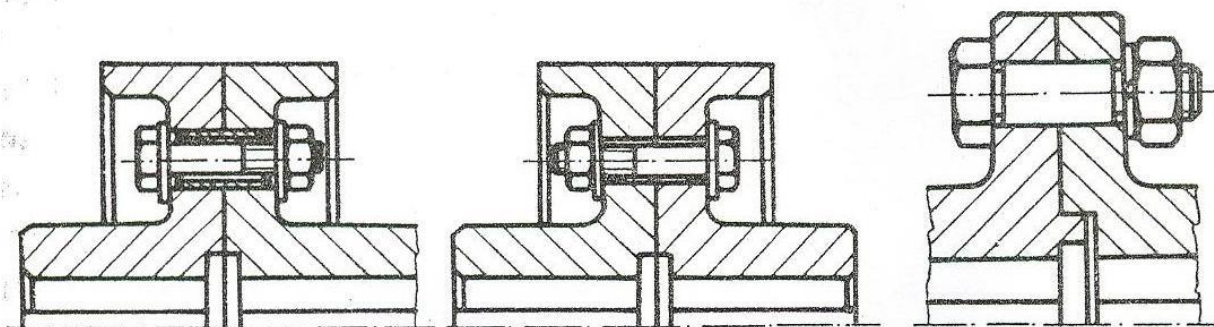


Az F_n szorítóerővel és az egyenletesen megoszló p palástnyomással létesített súrlódás által keltett, kerületi erő :

$$F = \frac{2 \cdot T}{d_t} = \mu \cdot p \cdot d_t \cdot \pi \cdot l = F_n \cdot \mu \cdot \pi \quad [\text{N}],$$

Nem oldható tengelykapcsolók (merev tdk.)

Tárcsás tengelykapcsolók:



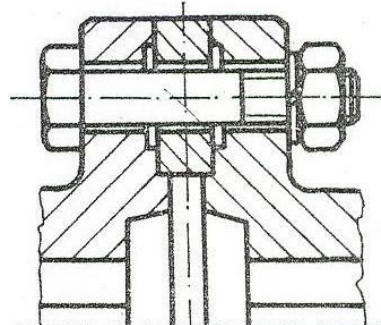
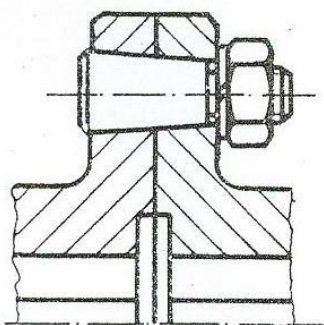
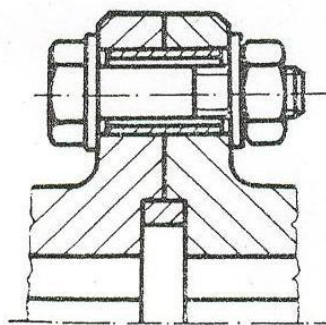
a/

b/

c/

a, b, d, f: erőzáró kivitel

c, e: alakzáró kivitel

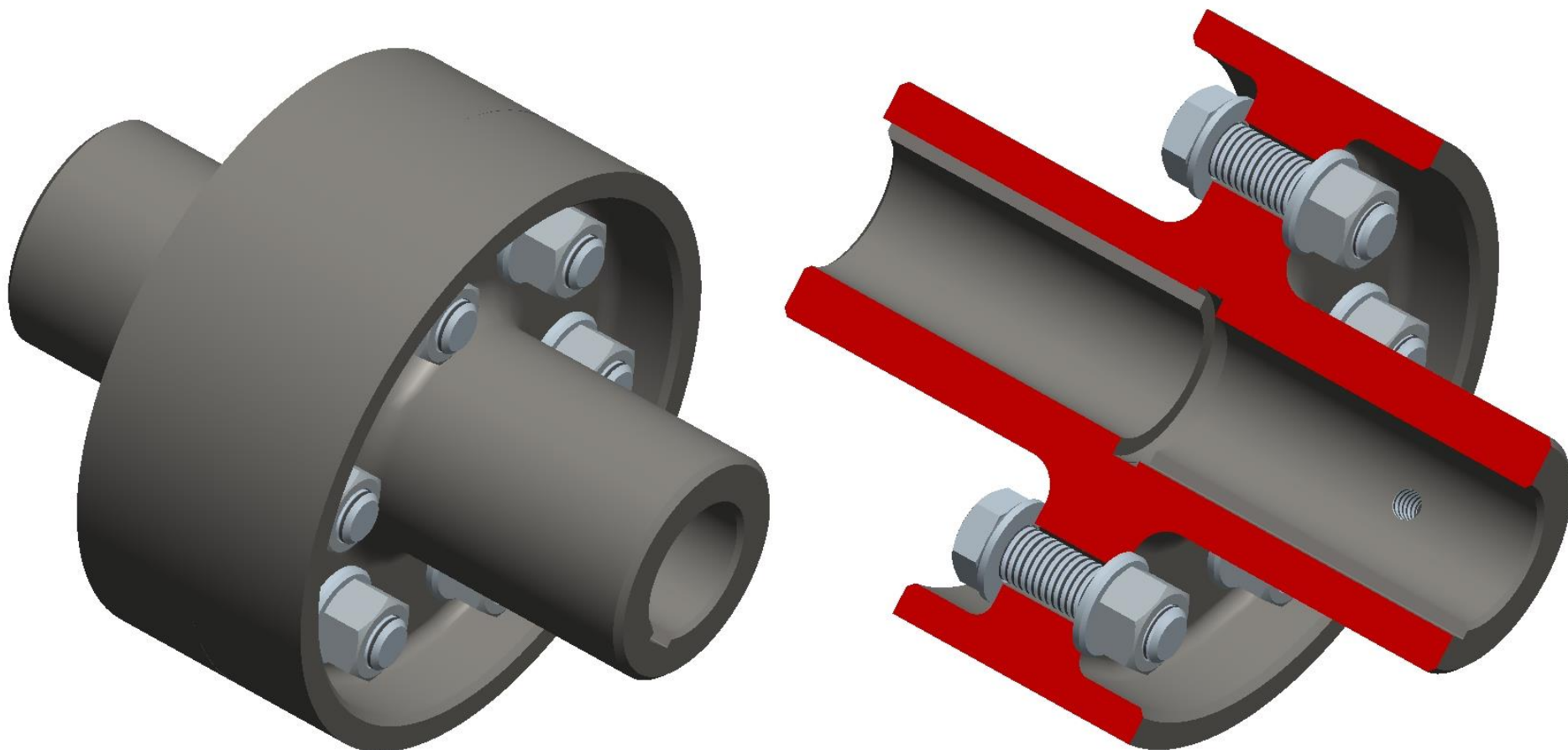


d/

e/

f/

Tárcsás tengelykapcsoló, erőzáró kivitel:



Tárcsás (merev) tengelykapcsolók

Erőzáró kivitel esetén a nyomaték:

$$T = \frac{d_k}{2} \cdot \mu \cdot F_a = \frac{d_k}{2} \cdot \mu \cdot z \frac{d_3^2 \cdot \pi}{4} \sigma_{meg}; \quad F_{a1} = \frac{d_3^2 \cdot \pi}{4} \sigma_{meg}$$

$$F_a = \frac{2 \cdot T_m}{\mu \cdot d_{köz}}$$

F_a - összes tengelyirányú erő

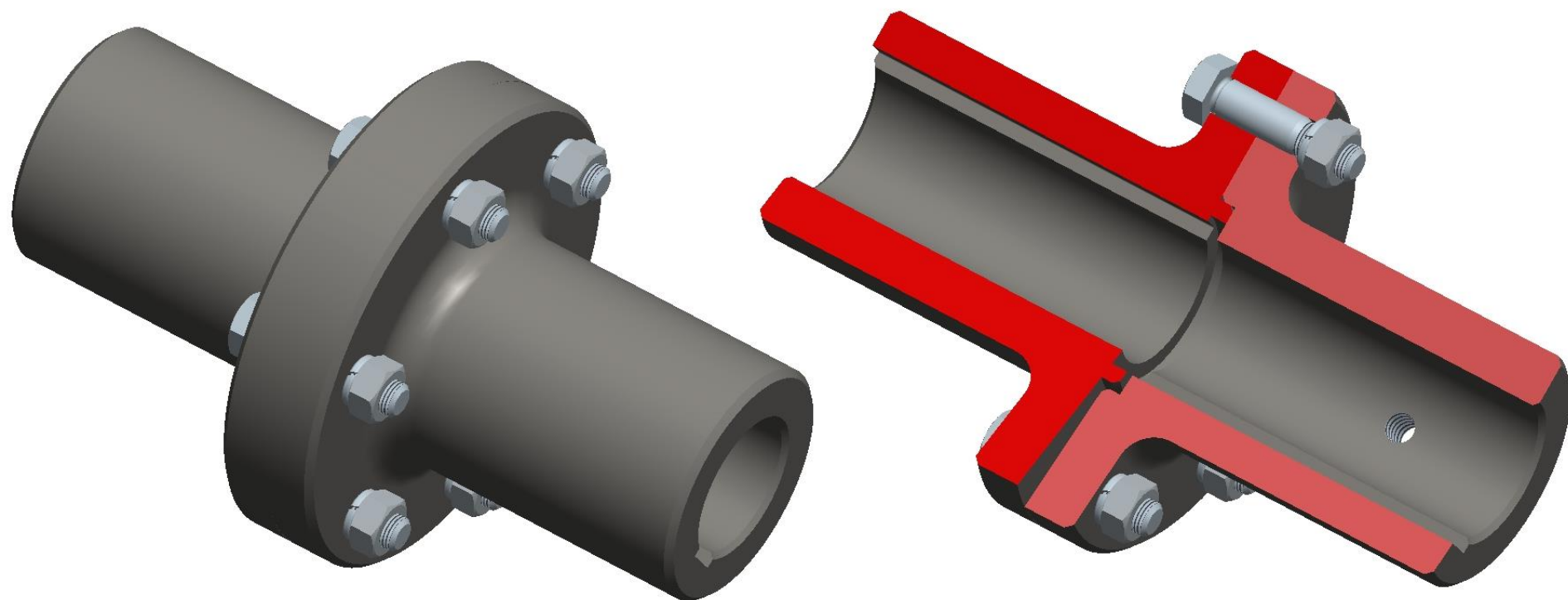
d_k - a tárcsa közös felfekvő felület közép Ø-je

d_3 - csavar magátmérő

F_{a1} - egy csavar húzóterhelése

$$F_{a1} = \frac{F_a}{z}$$

Tárcsás tengelykapcsoló, alakzáró kivitel:



Tárcsás (merev) tengelykapcsolók

Alakzáró kivitel:

$$\tau_{ny} = \frac{F_1}{\frac{d^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{4 \cdot T}{z \cdot r \cdot d^2 \cdot \pi}$$



$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T}{z \cdot r \cdot \tau_{meg} \cdot \pi}}$$

$$F_1 = \frac{T}{r \cdot z}$$

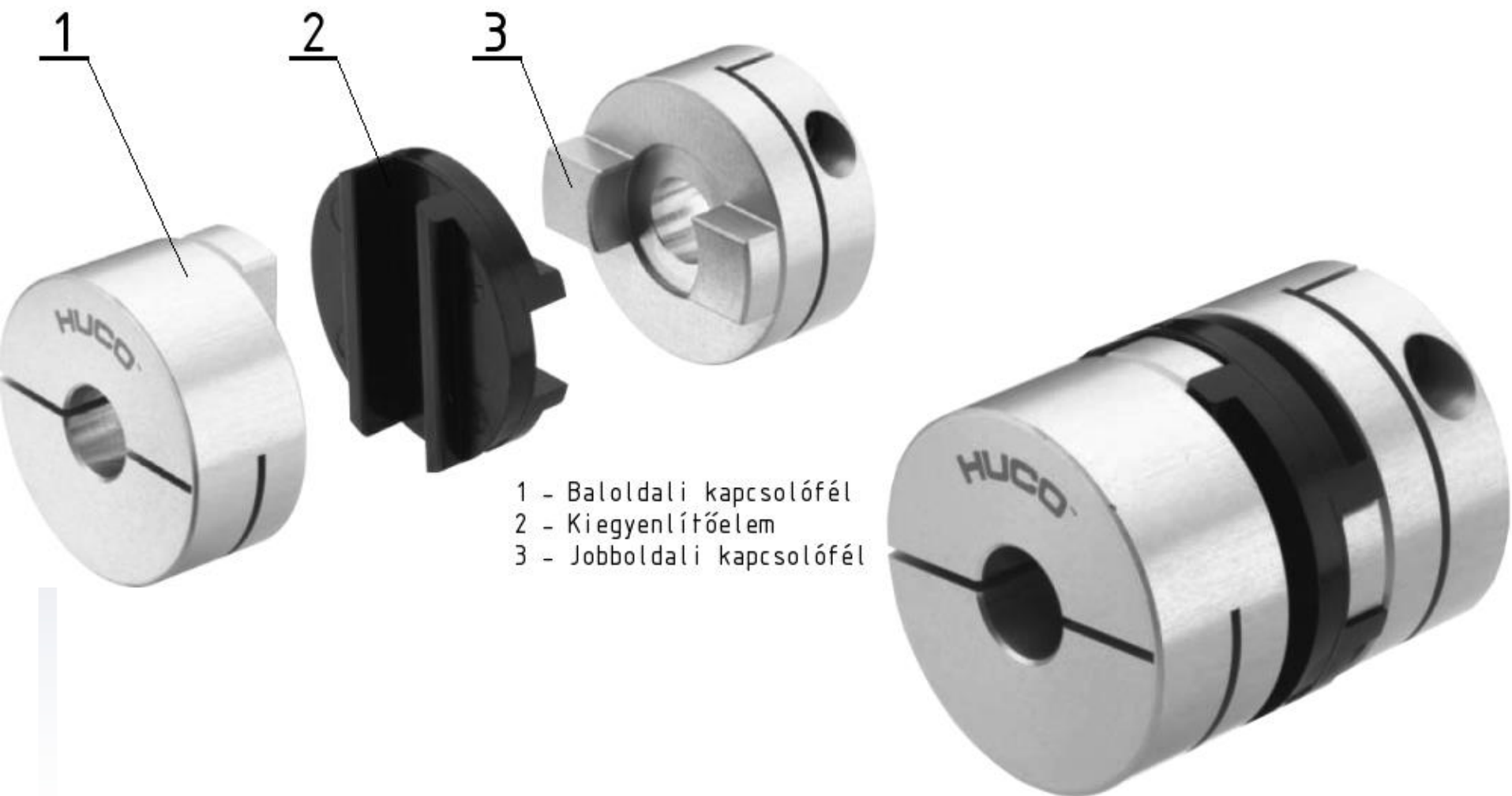
F_1 – egy csavarra jutó nyíróerő

T – átvíendő nyomaték

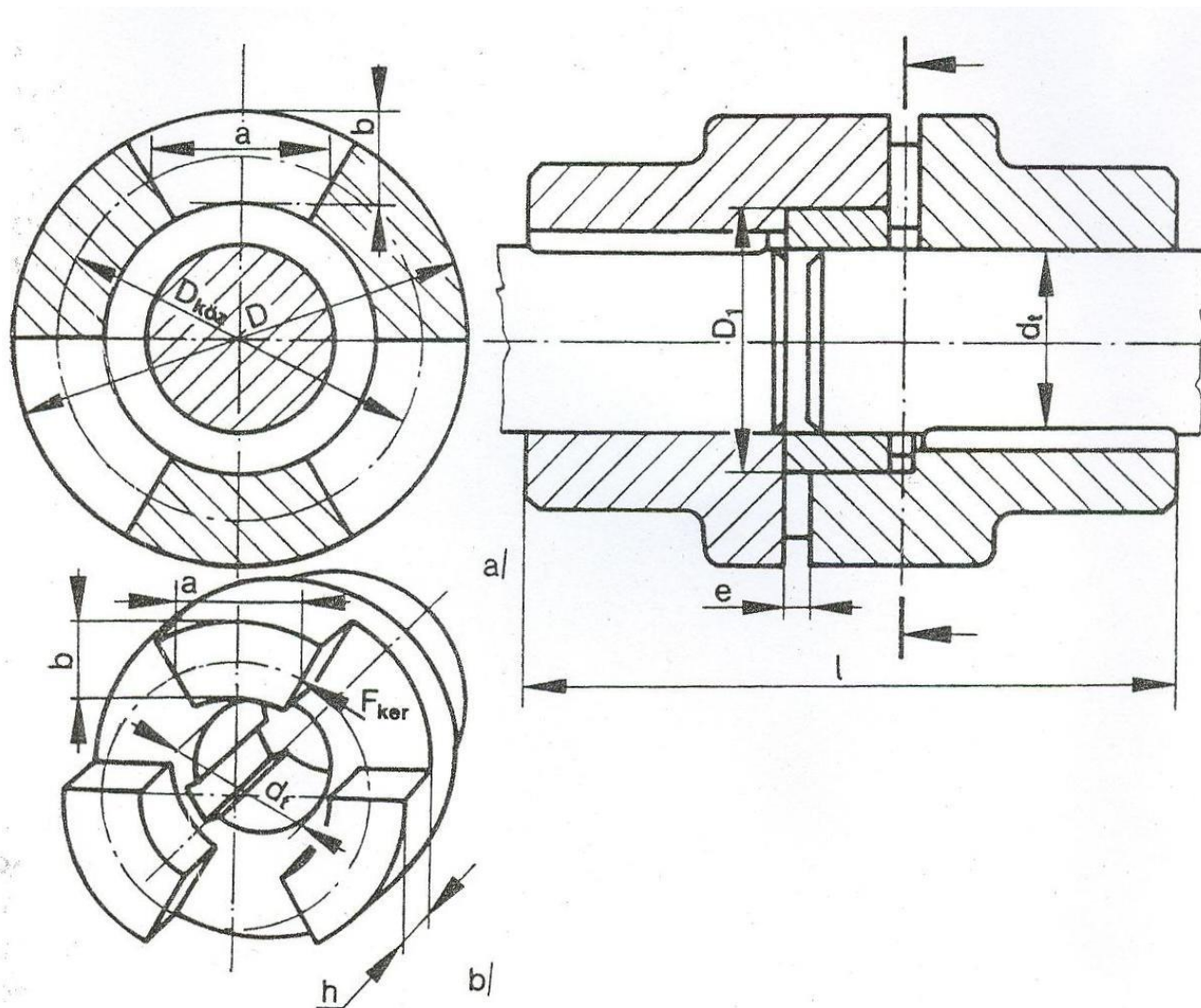
z – csavarszám

r – csavar elhelyezkedési lyukkör sugár

Oldham tengelykapcsolók

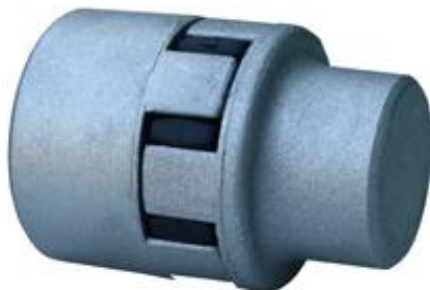


Körmös tengelykapcsoló



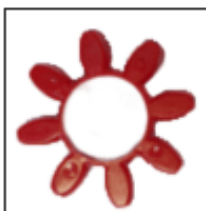
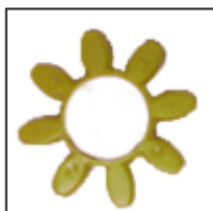
Körmös tengelykapcsoló

Öntött alumínium körmös tengelykapcsoló



Öntöttvas körmös tengelykapcsoló

A kapcsoló felek anyaga:	GG25
Működési hőmérséklet:	-40 C +100 C
Maximális szögeltérés:	1°30'
Maximális axiális szögeltérés:	lásd letölthető katalógus
Maximális radiális szögeltérés:	lásd letölthető katalógus



92 Shore A keménységű 98 Shore A keménységű



"A" típus



"B" típus

A körmös tengelykapcsoló méretezése

A körmös tengelykapcsoló geometriai méretei:

$$D = 2 \cdot D_1 ; \quad D_{köz} = \frac{D + D_1}{2}$$

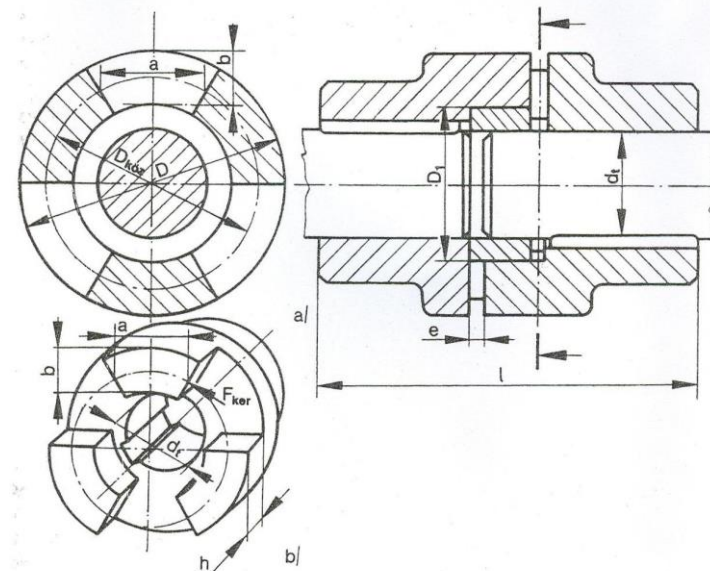
$$a = \frac{D_{köz} \cdot \pi}{2 \cdot z} ; \quad b = \frac{D - D_1}{2}$$

Egy fogra eső kerületi erő:

$$F_{ker} = \frac{2 \cdot T}{D_{köz} \cdot \psi \cdot z}$$

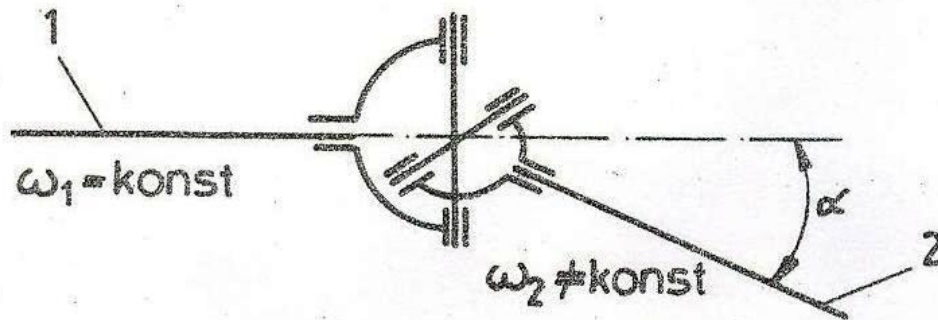
A hajlítófeszültség meghatározása:

$$\sigma_{hajl} = \frac{F_{ker} \cdot h}{K} = \frac{2 \cdot T \cdot h}{D_{köz} \cdot \psi \cdot z} \cdot \frac{6}{a^2 \cdot b} \leq \sigma_{meg}$$

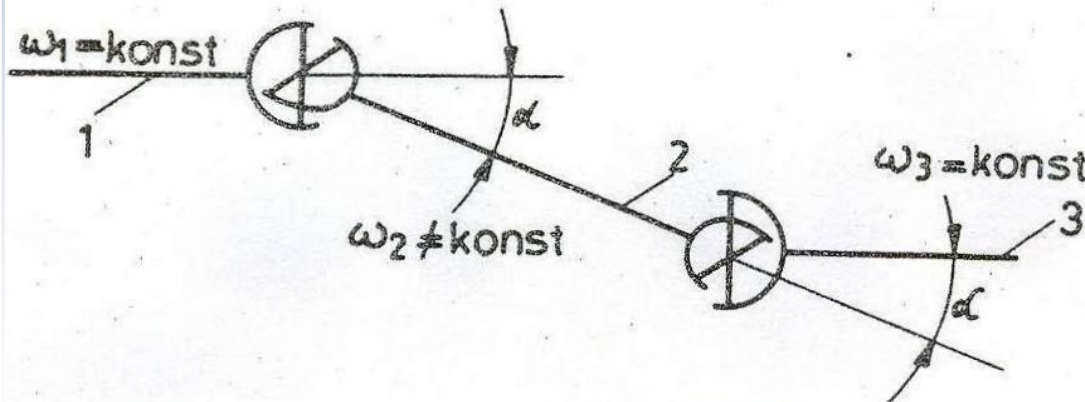


Kardáncsukló

A kardáncsukló elvi ábrája:



A szerkezet lényege, hogy a két tengely villaszerűen kialakított végei, kereszt alakú elemmel kapcsolódnak össze. A kardánkereszt a villákban csapágyazott.



a maximális szögsebesség:

$$\omega_{2 \max} = \frac{\omega_1}{\cos \alpha}$$

a minimális szögsebesség:

$$\omega_{2 \min} = \omega_1 \cdot \cos \alpha$$

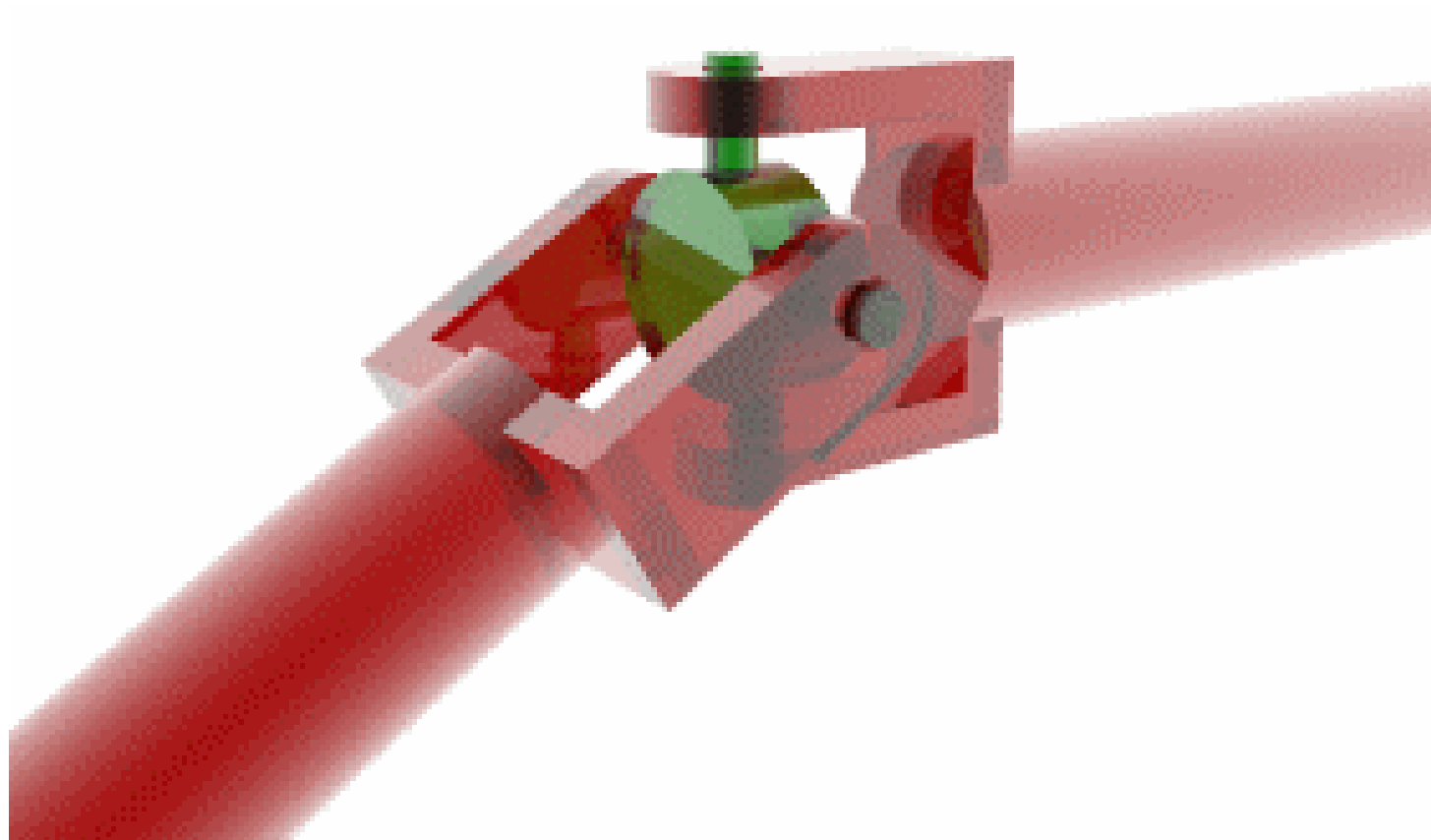
Kardáncsukló



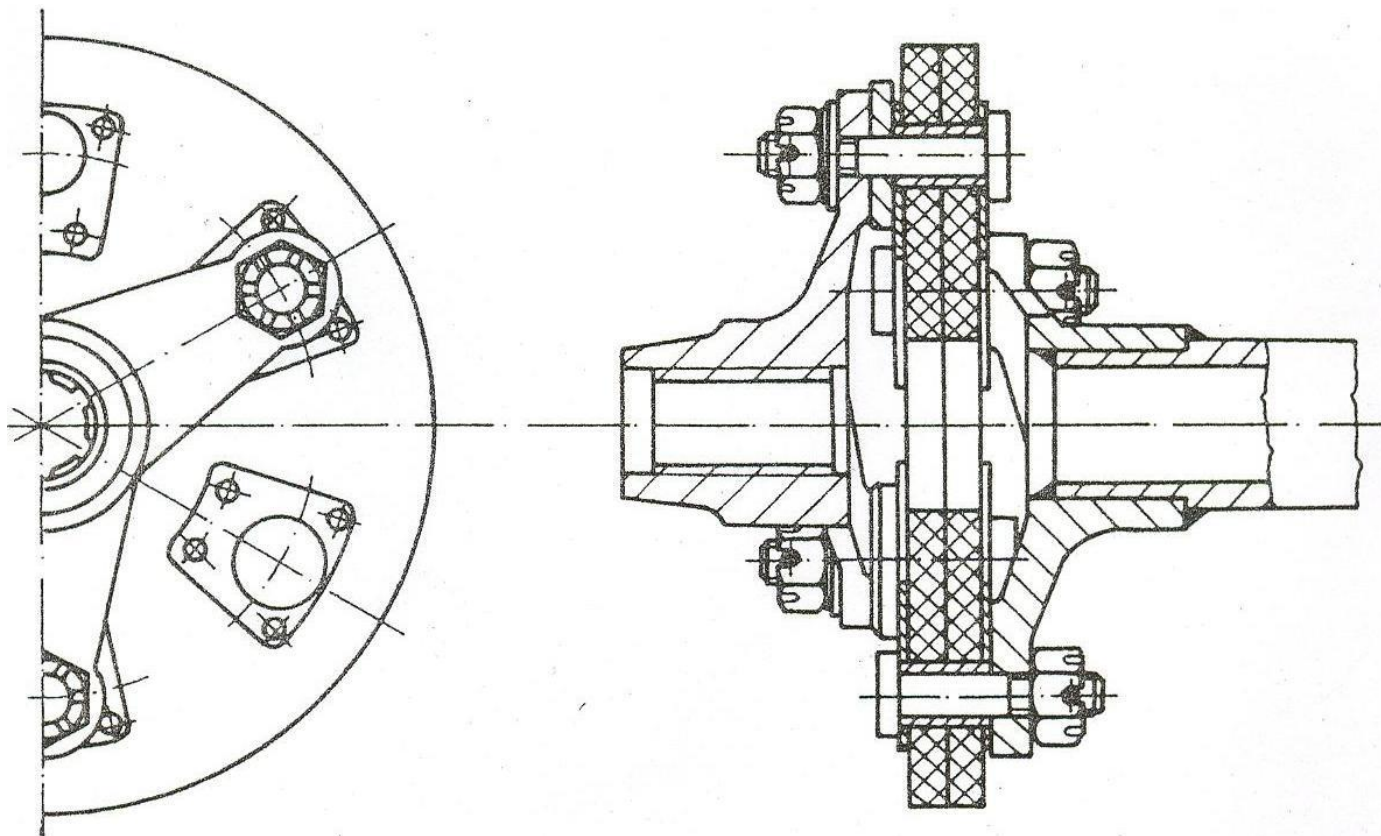
Kardáncsukló



Kardáncsukló

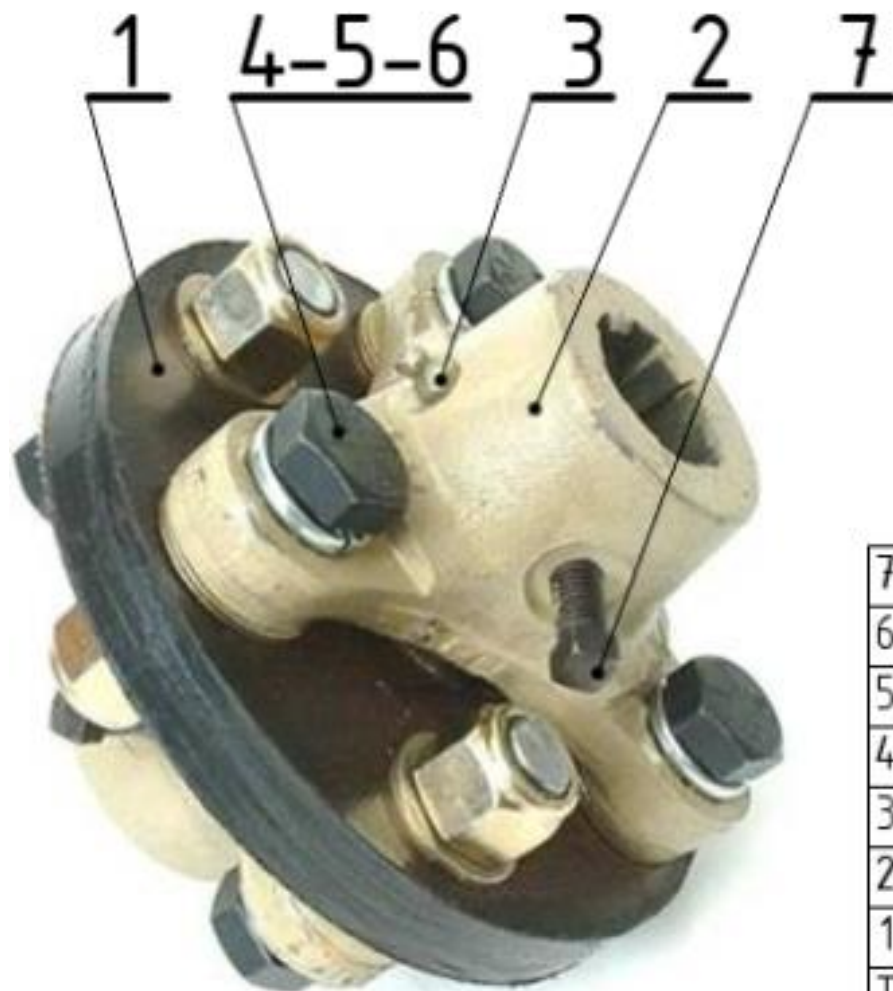


A Hardy kapcsoló



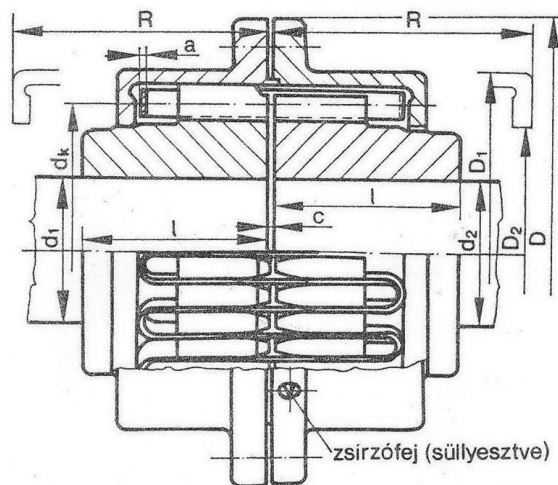
A szerkezet két tárcsa alakú kapcsolófélből és egy közük helyezett textilbetétes gumiból készült rugalmas elemből áll.

A Hardy kapcsoló

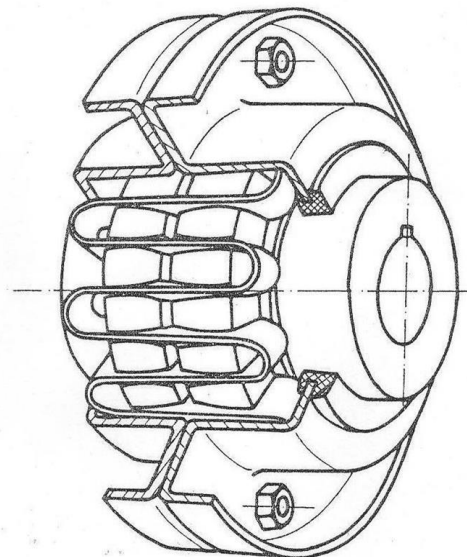
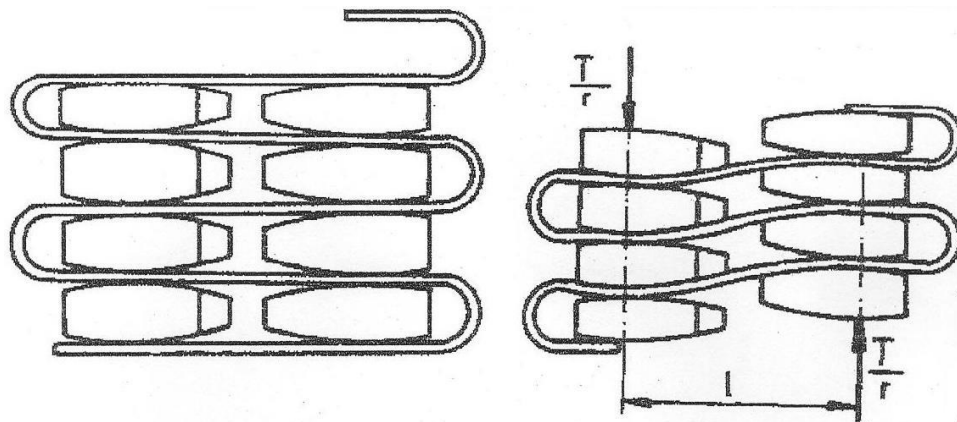


7	2	Négylapfejű csavar
6	6	Hatlapú önzáró anya
5	6	Hatlapfejű csavar
4	6	Orros rúgós alátét
3	2	Zsírzógomb
2	2	Kapcsolófél
1	1	Hardy tárcsa
Tsz.	Db.	Megnevezés

Rugalmas tengelykapcsolók



A Bibby-féle tgc.



Kis terhelés

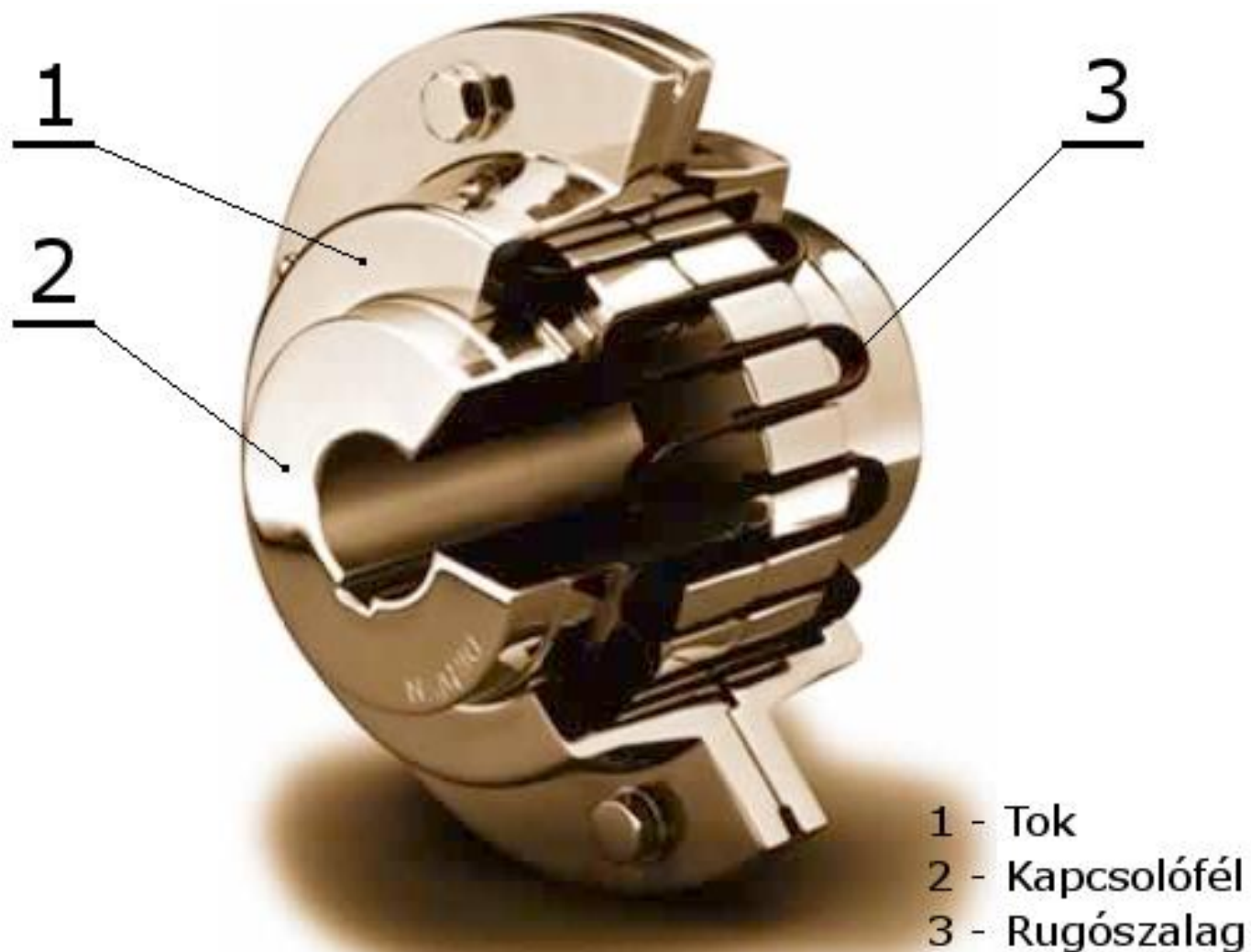


Normál terhelés

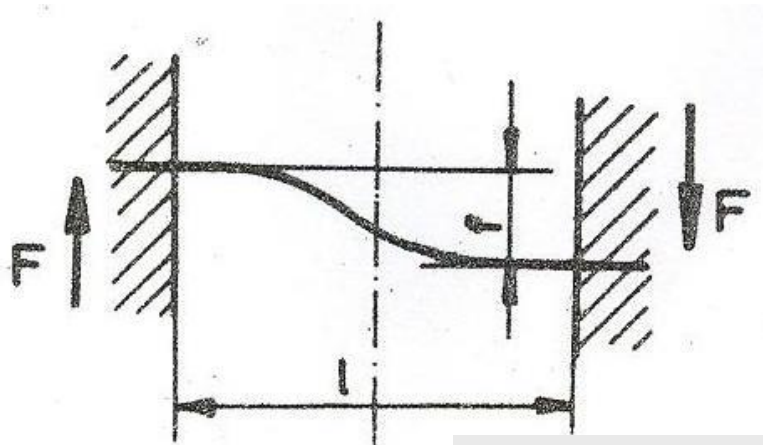


Lökésszerű terhelés
23

A Bibby-féle tgk.



A Bibby-féle tengelykapcsoló



ahol „b” a rugókeresztmetszet hosszabb oldala.

A rugóelem lehajlása:

Egy rugóra ható erő:

$$f = \frac{F \cdot l^3}{12 \cdot I \cdot E}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} ; \quad I = \frac{a^3 \cdot b}{12}$$

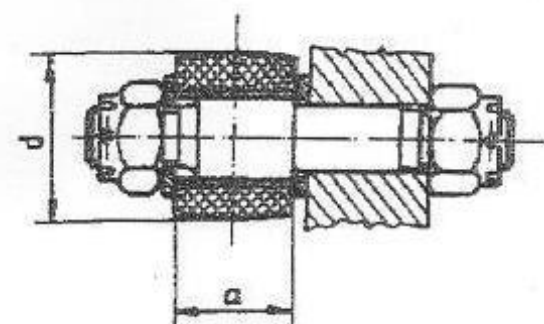
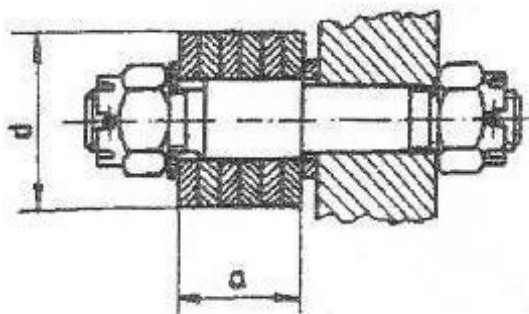
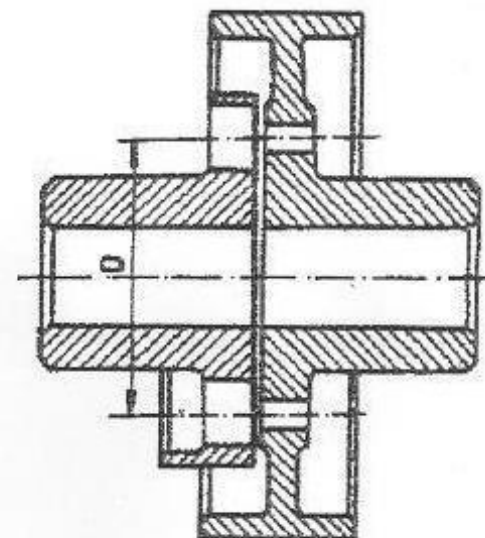
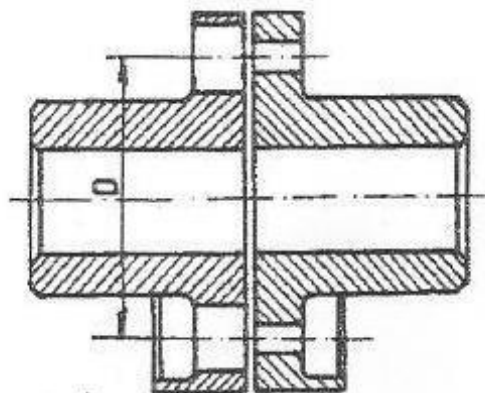
$$F = \frac{T}{r_k \cdot z}$$

A hajlító feszültség a rugóban:

$$\sigma_{hajl} = \frac{M}{K} = \frac{F \cdot l}{2} \cdot \frac{6}{a^2 \cdot b}$$

Gumidugós tengelykapcsoló

Gumirugós tengelykapcsoló bőr- és gumidugós kivitelben:



Gumidugós tengelykapcsoló



Gumidugós tengelykapcsoló

A dugókat terhelő kerületi erő:

$$F_k = \frac{2 \cdot T}{D \cdot z}$$

ahol z a dugók száma.

A dugó külső felületére ható palástnyomás:

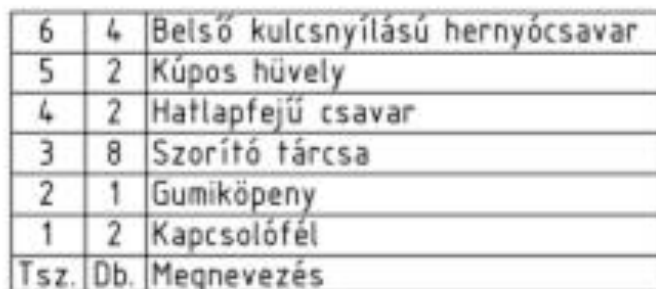
$$p = \frac{F_k}{d \cdot a}$$

$p_{meg} = 0,8...1,0 MPa$ gumidugóra

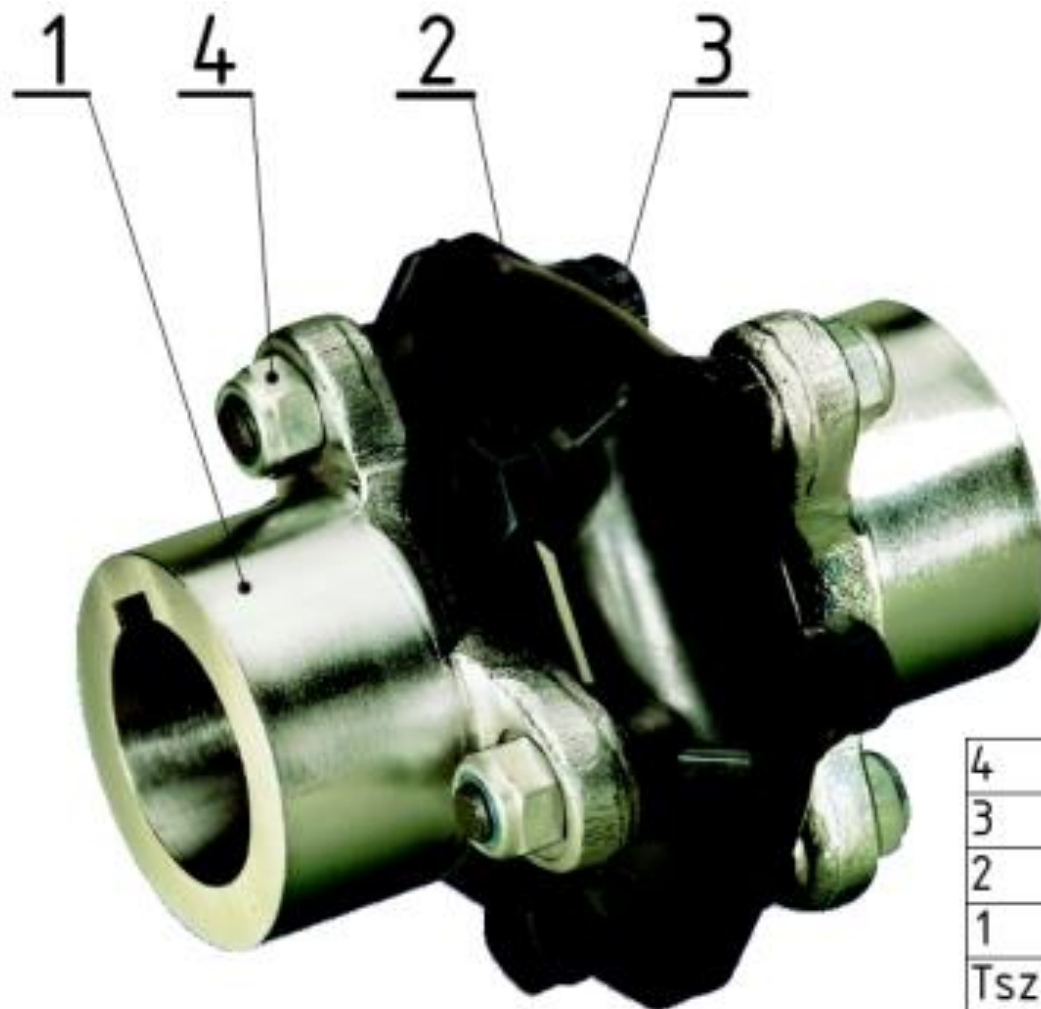
$p_{meg} = 1,5...2,0 MPa$ bördugóra

Periflex-kapcsoló





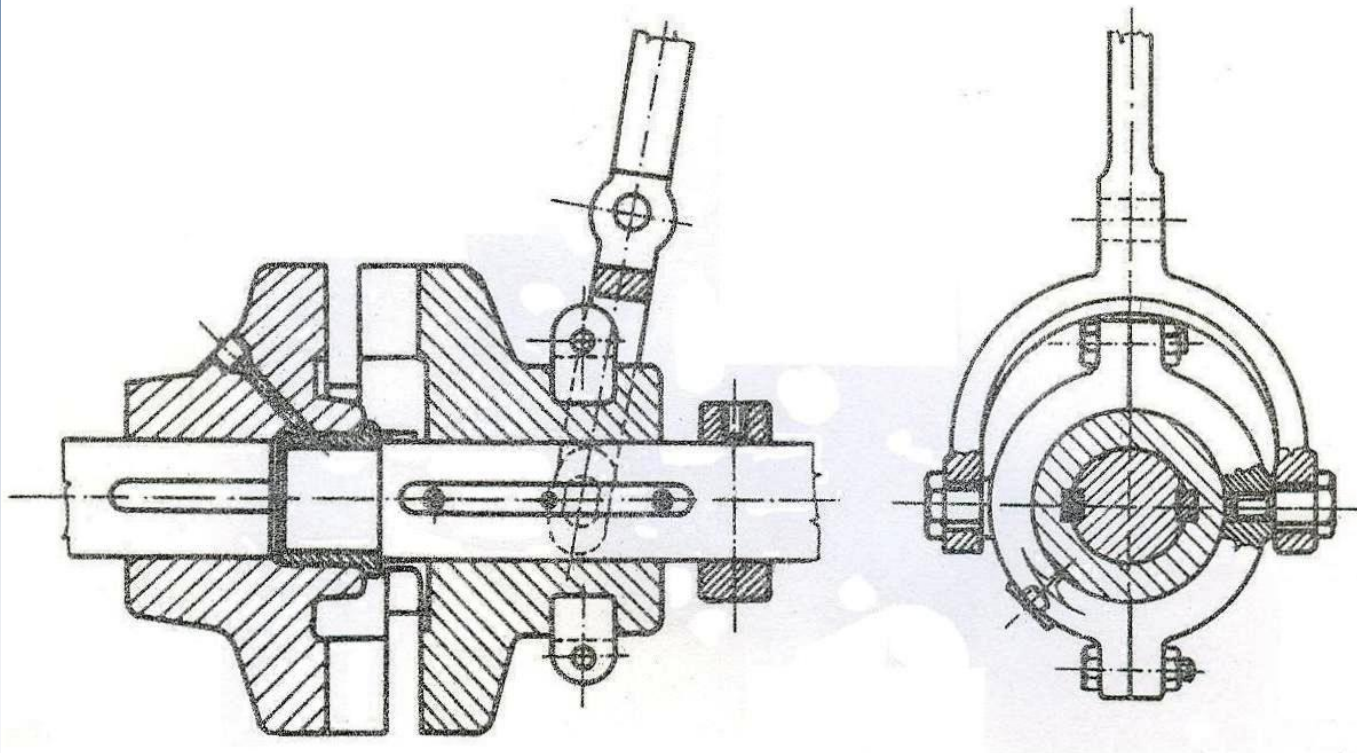
Poligon-kapcsoló



4	6	Hatlapú önzáró anya
3	6	Hatlapfejű csavar
2	1	Rugalmas kiegyenlítő
1	2	Kapcsolófél
Tsz.	Db.	Megnevezés

Oldható alakzáró tengelykapcsoló

Körmös tengelykapcsoló (működés közben kikapcsolható):



A ki- és bekapcsoláshoz külső erőhatás szükséges. A tárcsafelek között nincs megcsúszás.

Oldható körmös tengelykapcsoló

A körmökre ható kerületi erő:

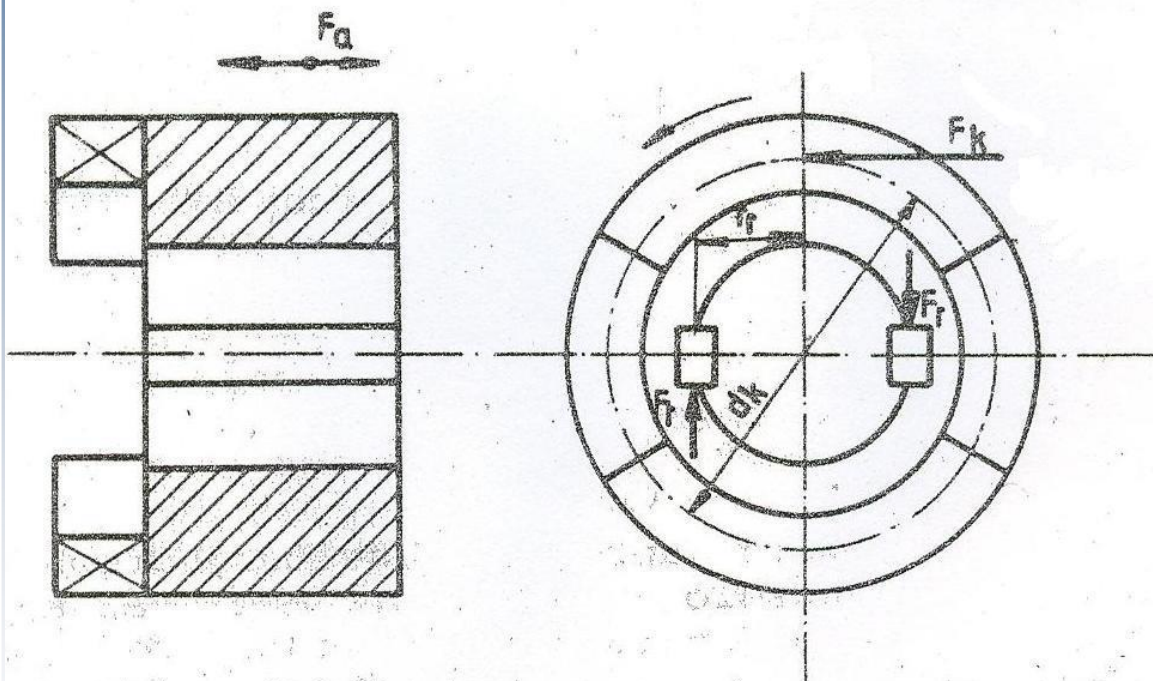
$$F_k = \frac{2 \cdot T}{d_k}$$

A reteszre ható erő:

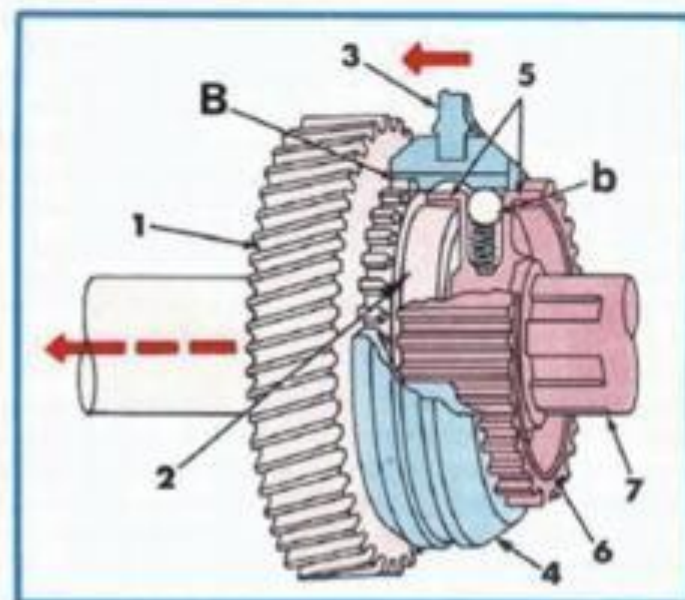
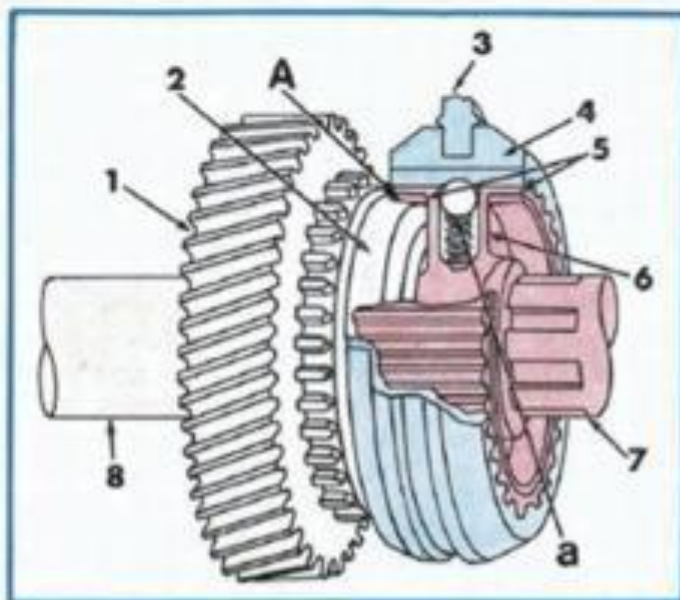
$$F_r = \frac{T}{r_r}$$

Az axiális kikapcsolóerő:

$$F_{ax} = \mu \cdot (F_k + F_r)$$



Szinkronizáló kapcsoló

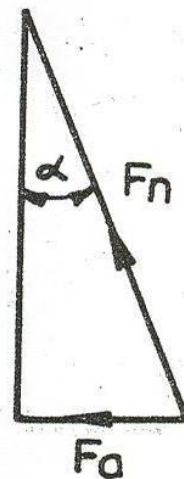
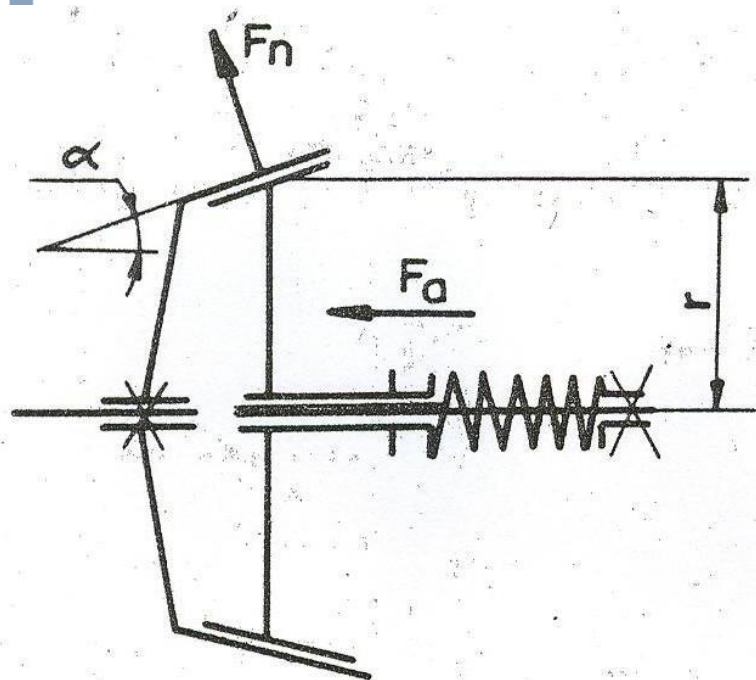


- A - Kapcsolódó külső és belső kúpok
- a - Rugóterhelésű golyó a tolóhüvelyben levő horonyban
- B - Kapcsolódó külső és belső fogak
- b - A rugóterhelésű golyó a hornyon kívül
- 1 - Hajtott fogaskerék
- 2 - Külső kúp
- 3 - Váltóvilla
- 4 - Tolóhüvely

- 5 - Bronz belső kúpok
- 6 - Agy
- 7 - Bemenőtengely
- 8 - Kimenőtengely

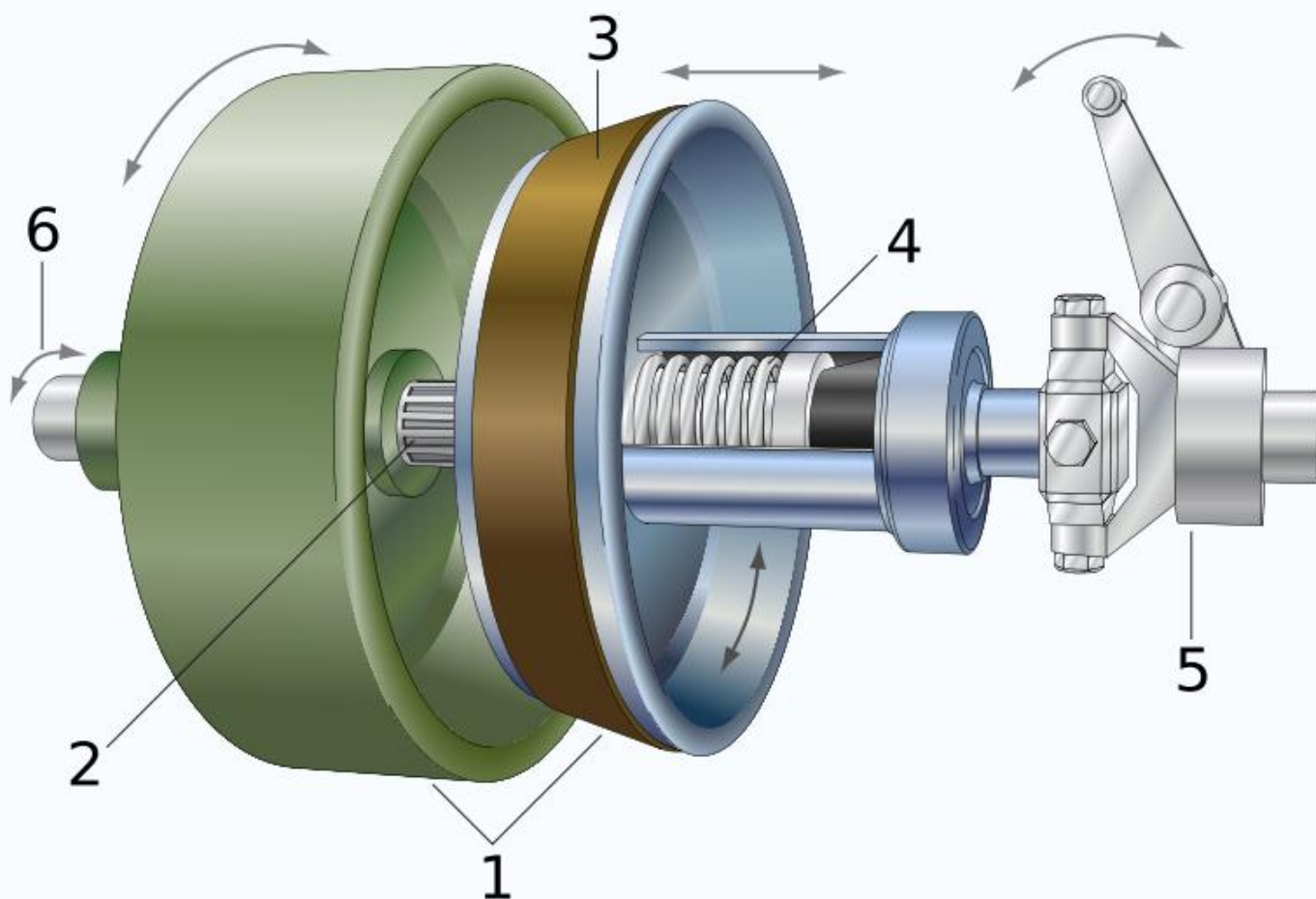
Oldható, erőzáró tengelykapcsoló

Kúpos kapcsoló (működés közben ki-, és bekapcsolható):



A kúpfelületek beszorulásának elkerülése céljából az α félkúpszögnek nagyobbnak kell lennie a súrlódási félkúpszögnél. (Nem önzáró eset).

Oldható, erőzáró tengelykapcsoló



**A kúpos
kapcsoló**

A kúpos kapcsoló

A nyomatékátvitelhez szükséges
kerületi (súrlódó) erő :

$$F_k = \frac{T}{r}$$

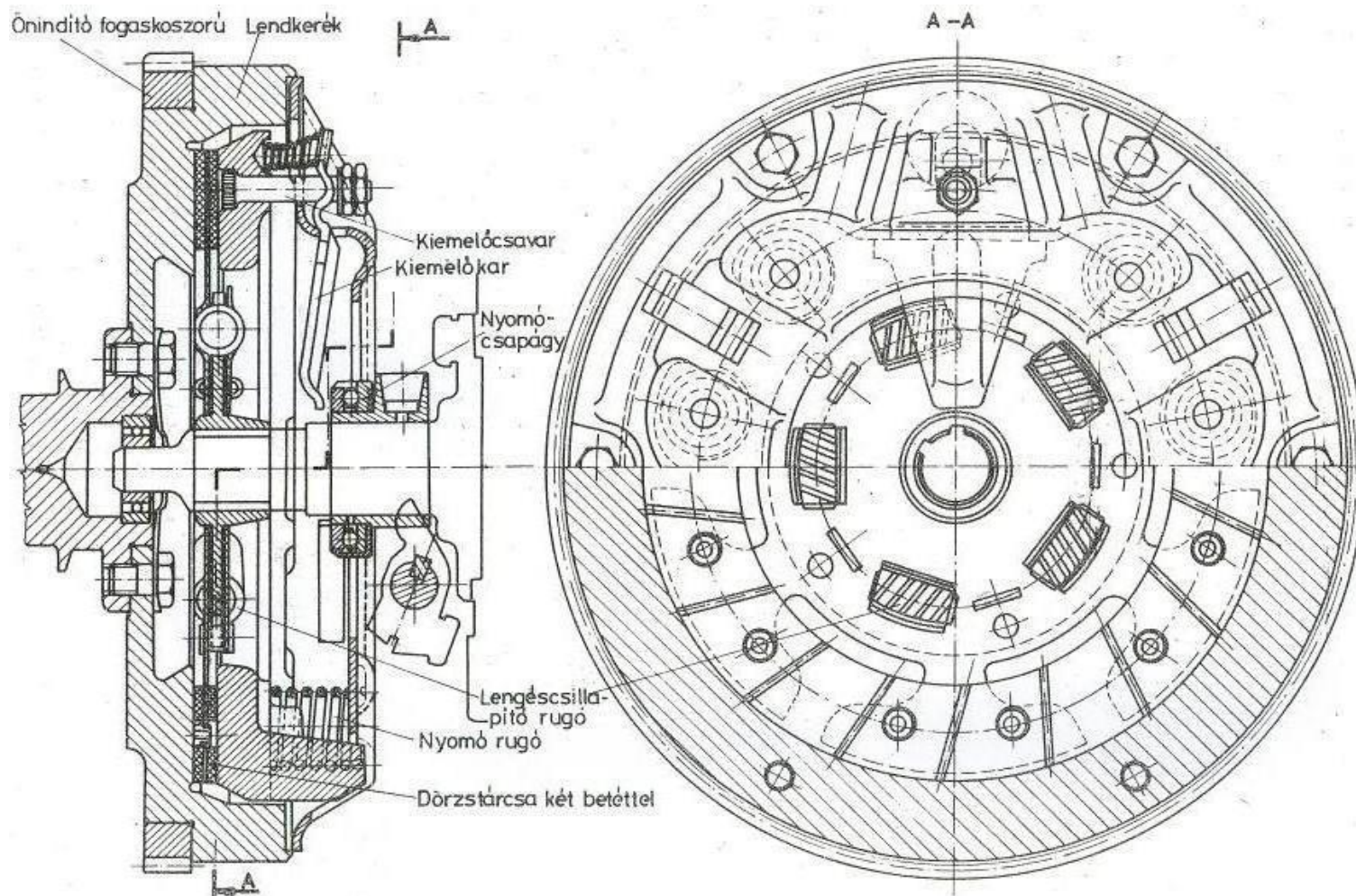
A súrlódó erő létrehozásához szükséges
normálerő (a kúpfelületen):

$$F_n = \frac{F_k}{\mu}$$

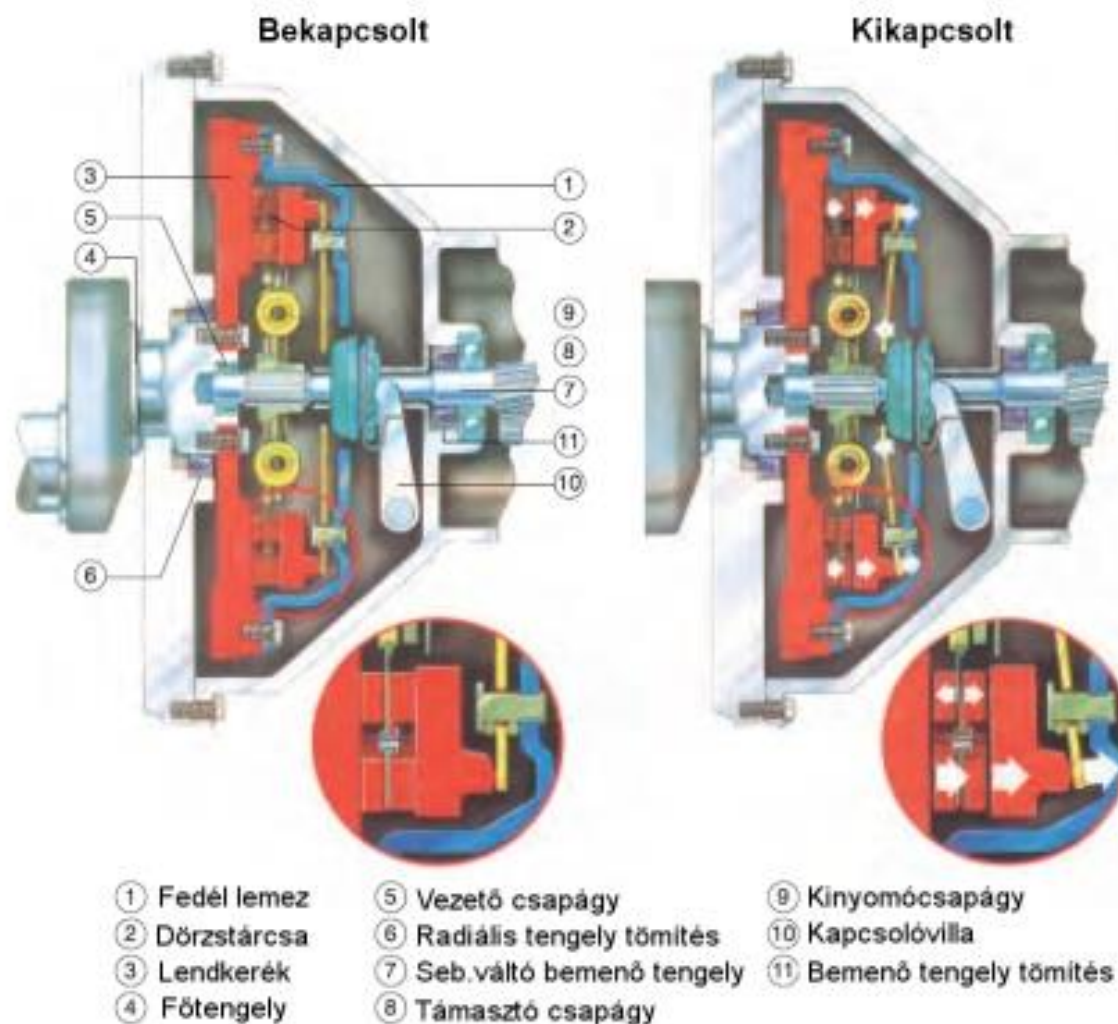
Az összenyomódáshoz szükséges
tengelyirányú (axiális) erő:

$$F_a = F_n \cdot \sin \alpha = T \cdot \frac{\sin \alpha}{r \cdot \mu}$$

Tárcsás (súrlódó) tengelykapcsoló



Tárcsás (súrlódó) tengelykapcsoló



Tárcsás (súrlódó) tengelykapcsoló

Az átvihető nyomaték a súrlódó felületen):

$$T = \mu \cdot F_a \cdot r_m$$

Az átvihető nyomaték i számú súrlódó felületen):

$$T = i \cdot \mu \cdot F_a \cdot r_m$$

r_m - a súrlódó felület közepes sugara

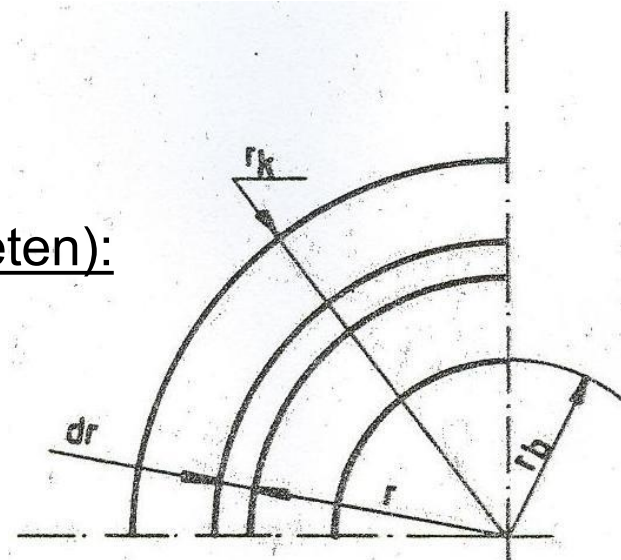
A súrlódó felületet alkotó, elemi gyűrűk által átvihető nyomaték:

$$dT = \mu \cdot p \cdot r \cdot dA$$



Az axiális összeszorító erő):

$$F_a = \frac{(d_k^2 - d_b^2) \cdot \pi}{4} \cdot p$$



$$r_m = \frac{2}{3} \cdot \frac{(r_k^3 - r_b^3)}{(r_k^2 - r_b^2)}$$

Tárcsás (súrlódó) tengelykapcsoló

A mértékadó nyomaték:

$$T_m = \frac{P [W]}{2\pi \cdot n \left[\frac{1}{s} \right]} \frac{c_d}{c_v \cdot c_m} \quad [Nm] ,$$

A szükséges axiális összeszorító erő:

$$F_a = \frac{d_k^2 - d_b^2}{4} \cdot \pi \cdot p = p \cdot d_{köz}^2 \cdot \pi \cdot c$$

A súrlódó felületek közepes átmérője :

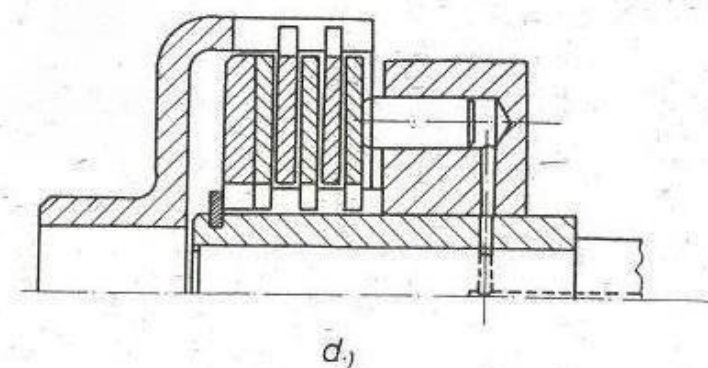
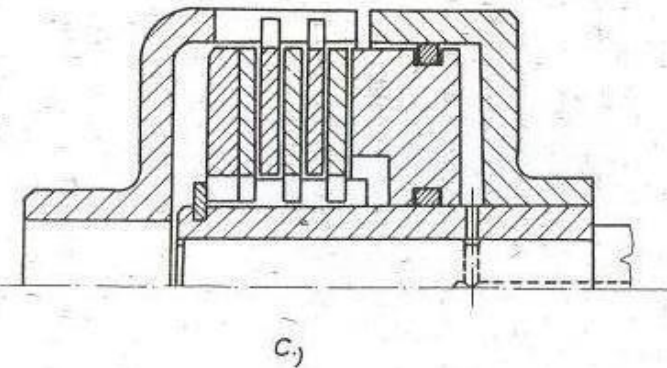
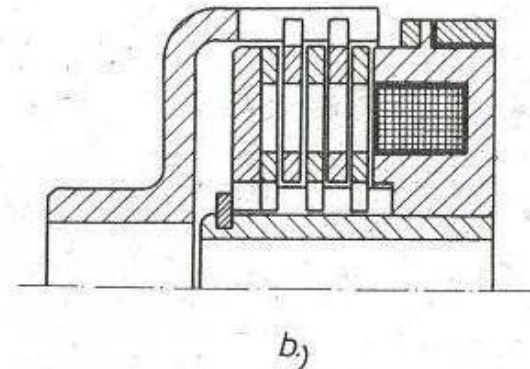
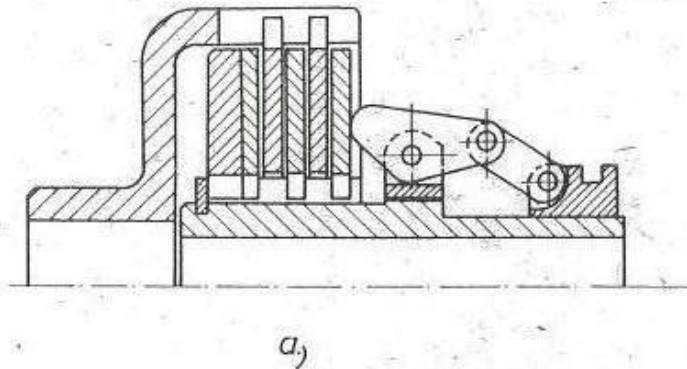
$$d_{köz} = \sqrt[3]{\frac{6T_m}{i \cdot \mu \cdot \pi \cdot p_{meg} \cdot (3c + c^3)}} ,$$

A kapcsolóval átvihető nyomaték:

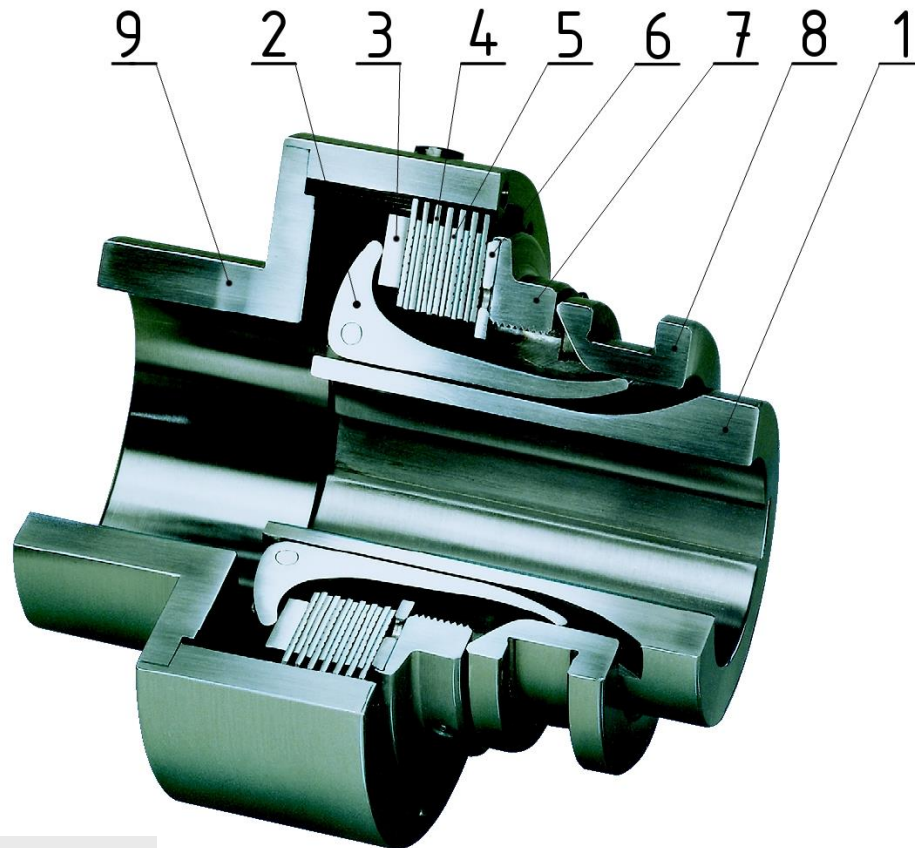
$$T = \frac{i \cdot \mu \cdot F_a}{3} \cdot \frac{d_1^3 - d_2^3}{d_1^2 - d_2^2} =$$

Lemezes dörzskapcsolók

A nagy nyomatékot átvivő tárcsás kapcsolók méretei is nagyok. Az átmérő csökkentés csak a súrlódó felületek számának növelésével oldható meg, így alakultak ki újabb konstrukcióként a lemezes dörzskapcsolók.



Lemezes dörzskapcsolók



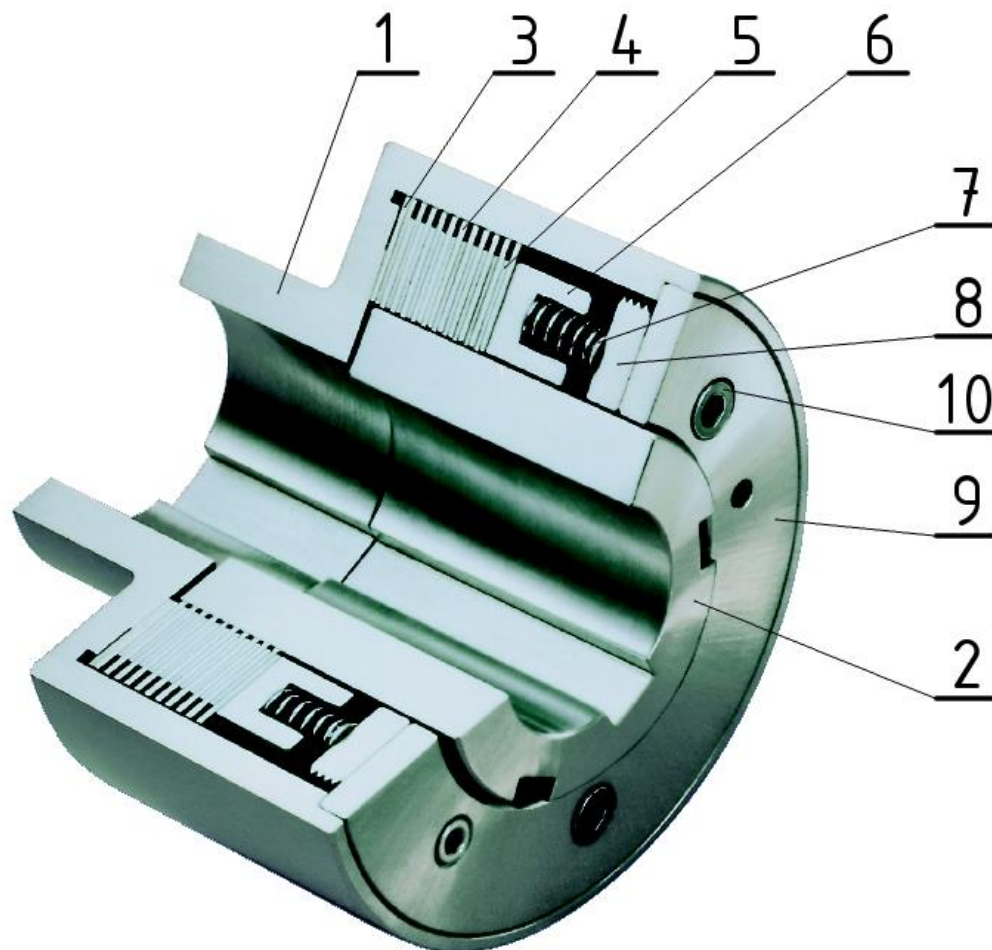
A súrlódó felületek száma:

$$i = \frac{6 \cdot T_m}{(3 \cdot c + c^3) \cdot \pi \cdot \mu \cdot p_{meg} \cdot d_{köz}^3 \cdot c_i} =$$

$$c_i = 1,09 - 0,03 \cdot i$$

9	1	Hajtott kapcsolófél
8	1	Csúszó gyűrű
7	1	Szabályozó anya
6	1	Nyomólap
5	6	Belső bordázatú súrlódó lemez
4	7	Külső bordázatú súrlódó lemez
3	1	Nyomótárcsa
2	6	Szögemelő
1	1	Hajtó kapcsolófél
Tsz. Db. Megnevezés		

Biztonsági tengelykapcsolók (Ortlinghaus)

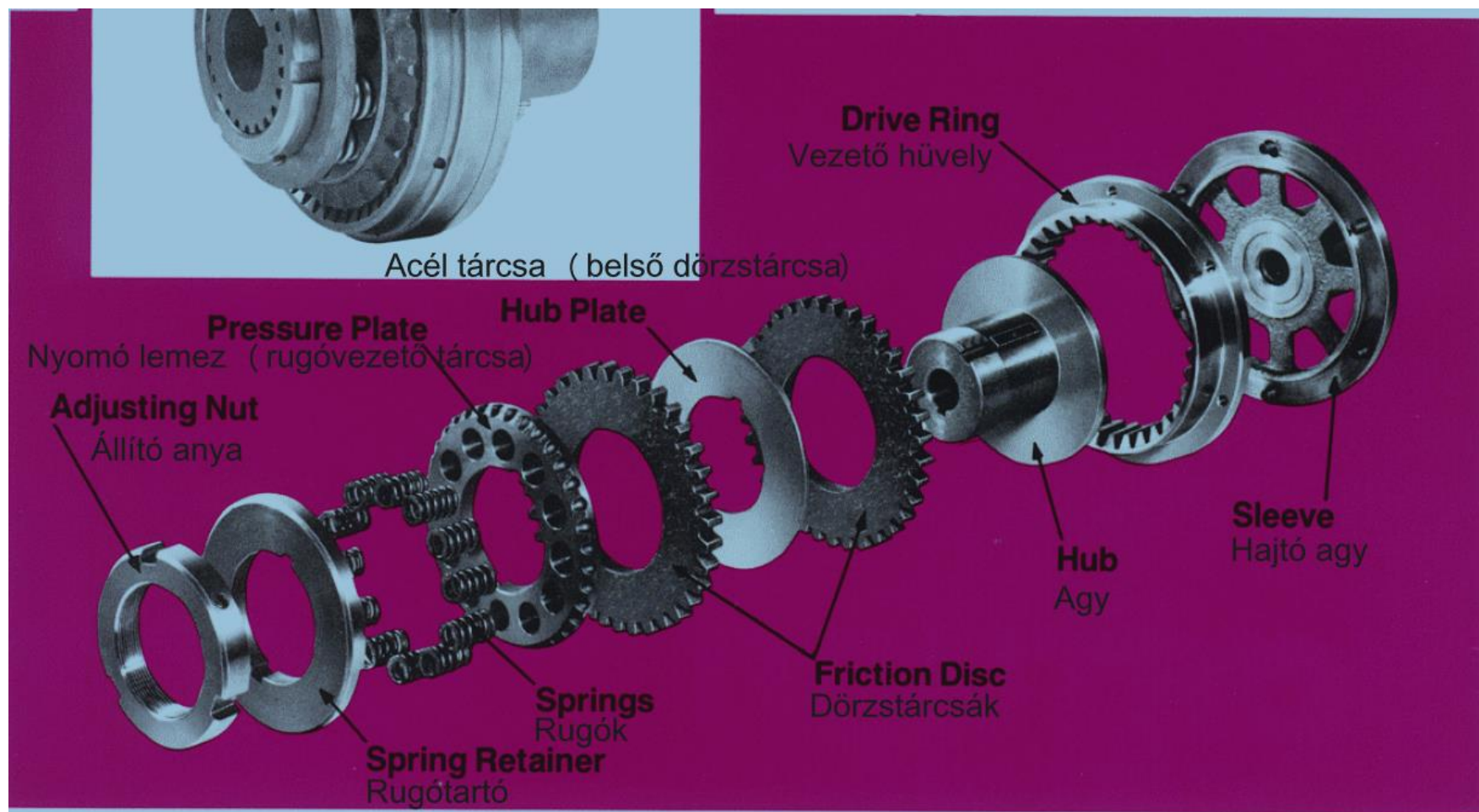


10	3	Belső kulcsnyílású csavar
9	1	Zárótárcsa
8	1	Rugófeszítő tárcsa
7	12	Hengeres csavarrugó
6	1	Nyomótárcsa
5	10	Belső bordázatú súrlódó lemez
4	11	Külső bordázatú súrlódó lemez
3	1	Támasztó lemez
2	1	Hajtó agy
1	1	Hajtott agy
Tsz.	Db.	Megnevezés

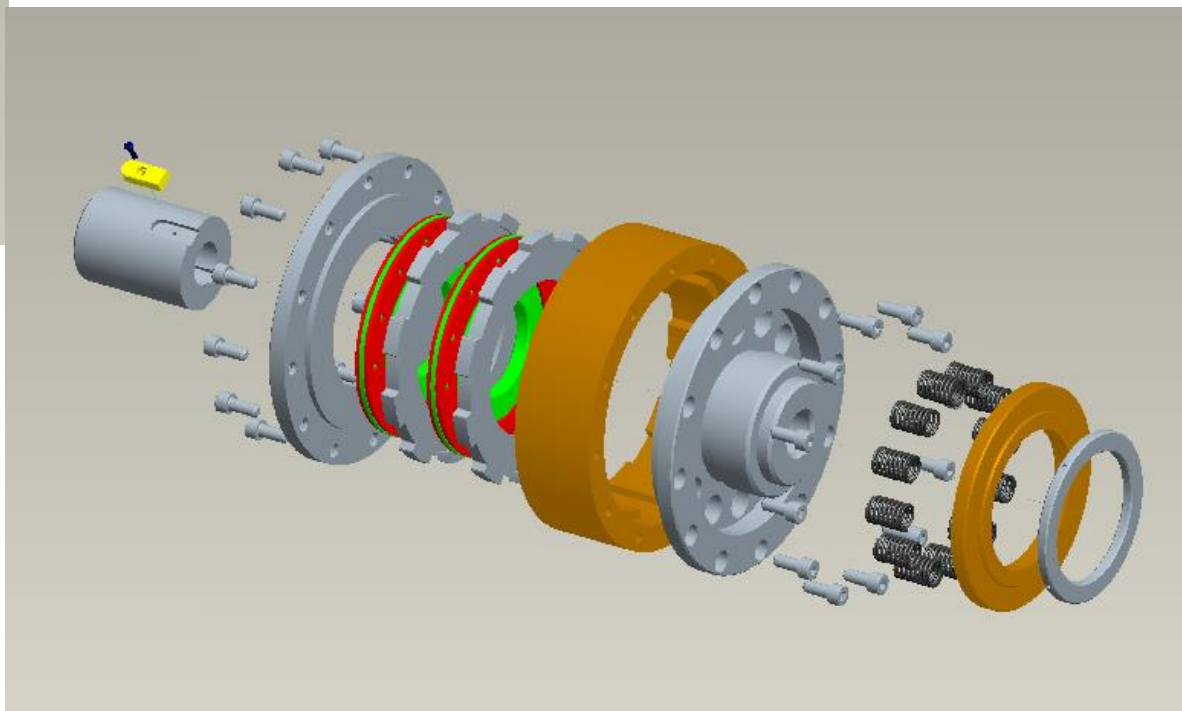
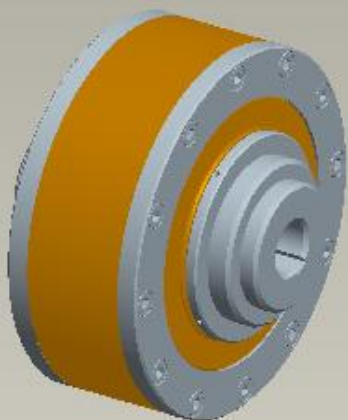
Biztonsági tengelykapcsolók (Hilliard)



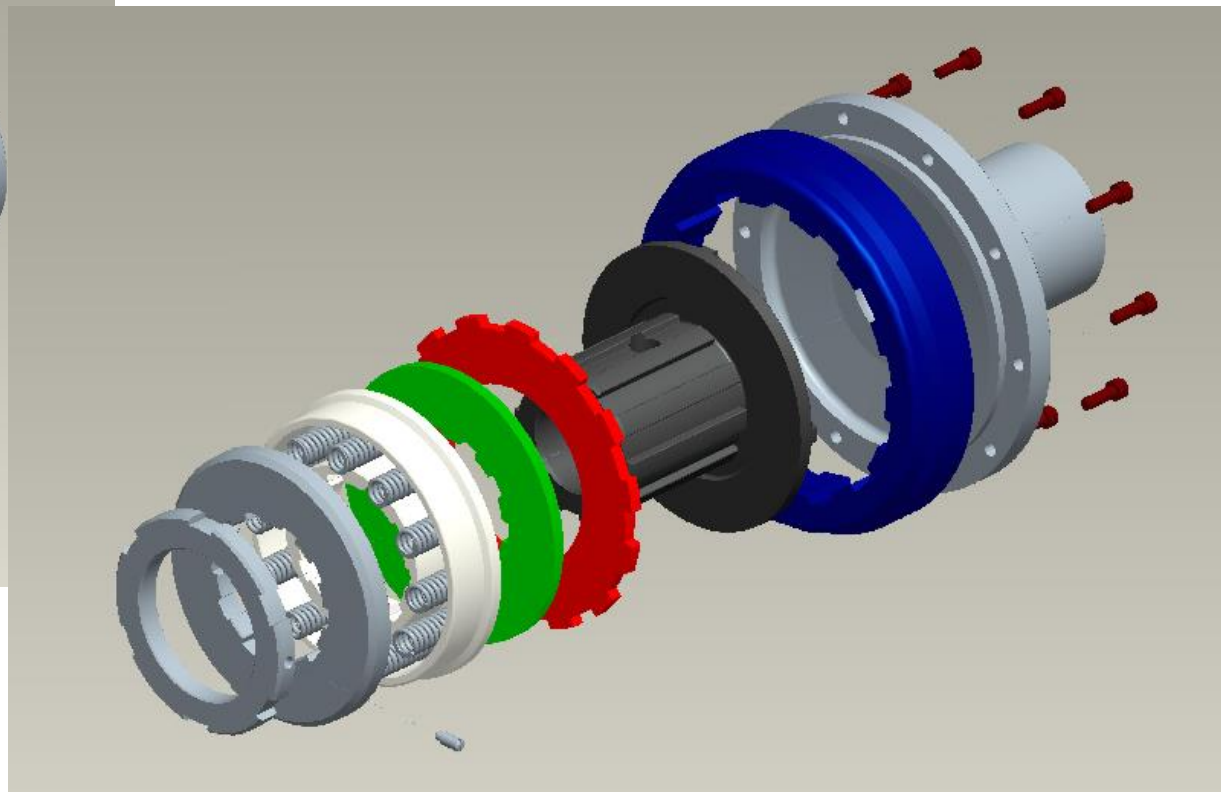
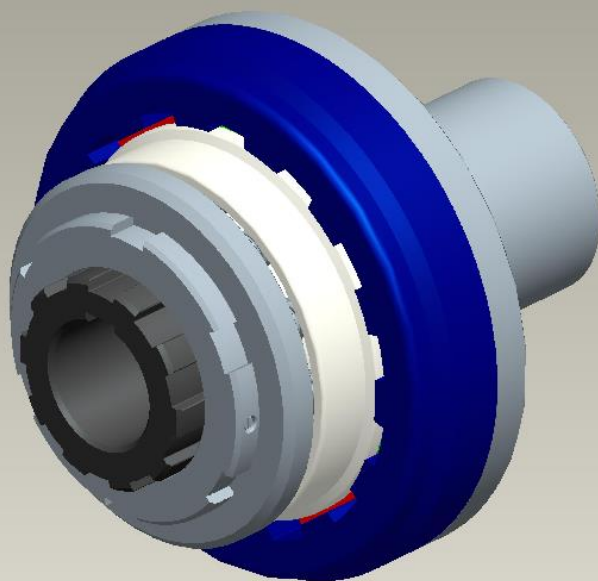
Biztonsági tengelykapcsolók (Hilliard)



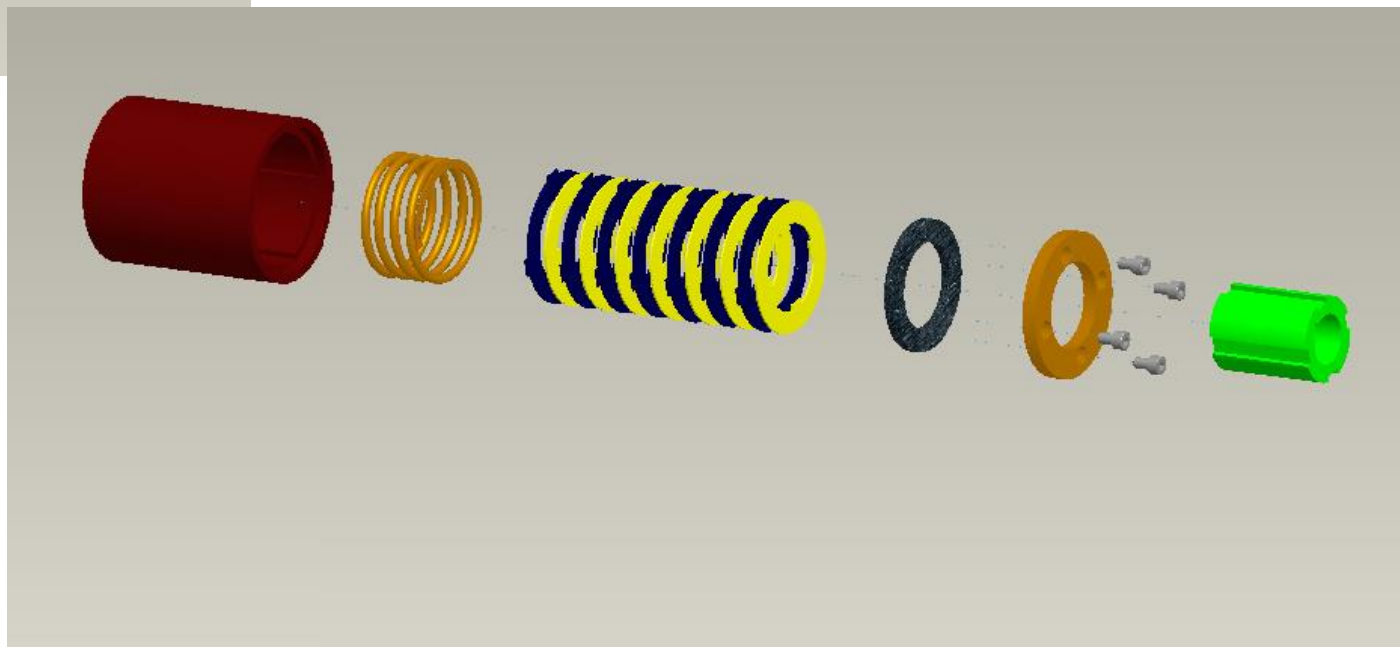
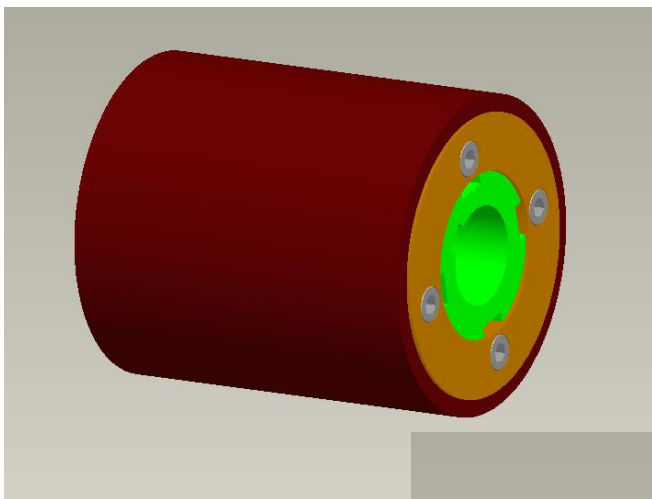
Biztonsági tengelykapcsoló házi feladatok 3D (Flender)



Biztonsági tengelykapcsoló házi feladatok 3D (Hilliard)



Biztonsági tengelykapcsoló házi feladatok 3D (Ortlinghaus1)



Biztonsági tengelykapcsoló házi feladatok 3D (Ortlinghaus2)

