

Gépelemek mechatronikai mérnököknek

5. témakör

Erővel záró kötések

Erővel záró kötések bevezetés

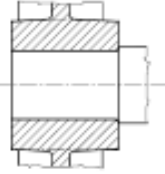
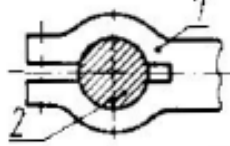
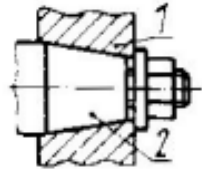
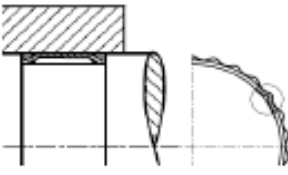
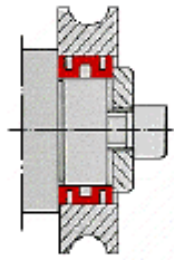

Hatáselve: a kapcsolódó felületre merőleges rugalmas szorítás hatására a felület érintőjének irányába ható terheléssel ellentétes irányban ébredő súrlódó erő megakadályozza az agy és a tengely egymáshoz képest való elmozdulását.

Tulajdonságai:

- A súrlódási erő mindig a terheléssel ellentétes irányban hat, ezért mind nyomaték, mind axiális terhelés átvitelére alkalmas.
- A súrlódási erő nem lehet nagyobb, mint a megcsúszáshoz tartozó határerő, ezért biztonsági kötésnek is alkalmazható.

Megvalósítási módok

- Méretkülönbséggel megvalósított előfeszítés;
- Axiális irányú erővel végzett előfeszítés;
- Tangenciális előfeszítés;
- Hidraulikus előfeszítés.

Agy-tengely	Nem állítható	Állítható		
		Henger - henger	Kúpos tengely - agy	Henger - kúp
Közvetlenül érintkeznek	<p>Szoros (szilárd) illesztésű kötés</p> 	<p>Pl.: szorítókötés</p> 		
Közvetítő elemmel érintkeznek	<p>Szorítógyűrűs kötés</p> 	<p>Pl.: Spieth-féle szorítógyűrű</p> 		<p>Kúpos gyűrűpár</p> 

Szoros illesztésű kötés előny-hátrány

Szoros illesztésű (szilárd illesztésű) kötésnek nevezzük a méretkülönbséggel szerelt hengeres tengely és agy kapcsolatot.

A szerelés módja szerint megkülönböztetünk:

- sajtoltkötést;
- zsugorkötést.

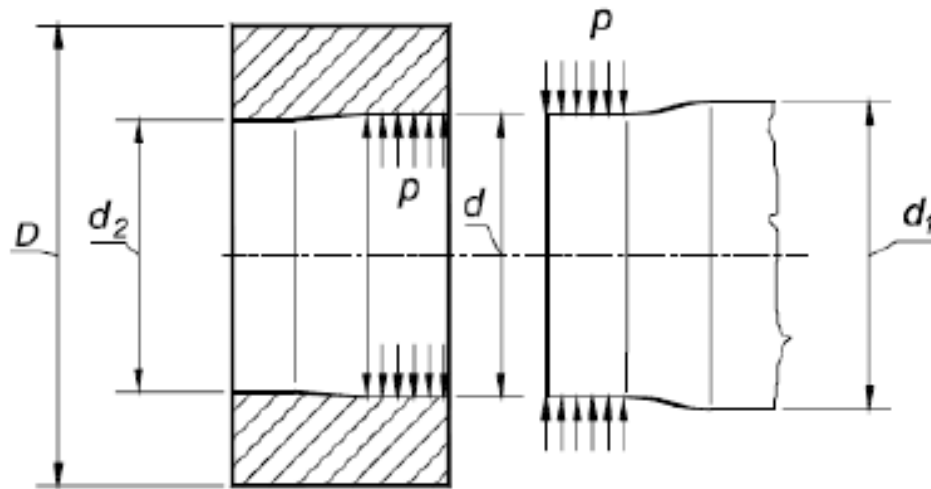
Előnye:

- egyszerű megmunkálás;
- önközpontosító;
- a tengely keresztmetszete sima, a feszültséggyűjtő hatás kicsi;
- nincs kiegyensúlyozatlanság.

Hátránya:

- tűrések és alakpontosság betartása;
- túlméretezett.

Szoros illesztésű kötés



A méretkülönbség és az alakváltozás eltúlzottan látszik.

A tengely alakváltozása: $f_1 = d_1 - d$

Az agy alakváltozása: $f_2 = d - d_2$

Az alakváltozások összege a túlfedés: $f = f_1 + f_2$

Szoros illesztésű nyomatékkötés számítása

A rugalmas alakváltozás esetén a felületi nyomás és a sugárirányú méretváltozás között lineáris kapcsolatban van:

$$f_1 = K_1 \cdot d \cdot p \quad \text{és} \quad f_2 = K_2 \cdot d \cdot p$$

ahol K_1 és K_2 a kötés geometriai méreteinek arányától és a szerkezeti anyagok anyagállandóitól függő konstansok. A konstansok meghatározására a vastag falú csövekre érvényes összefüggéseket használjuk:

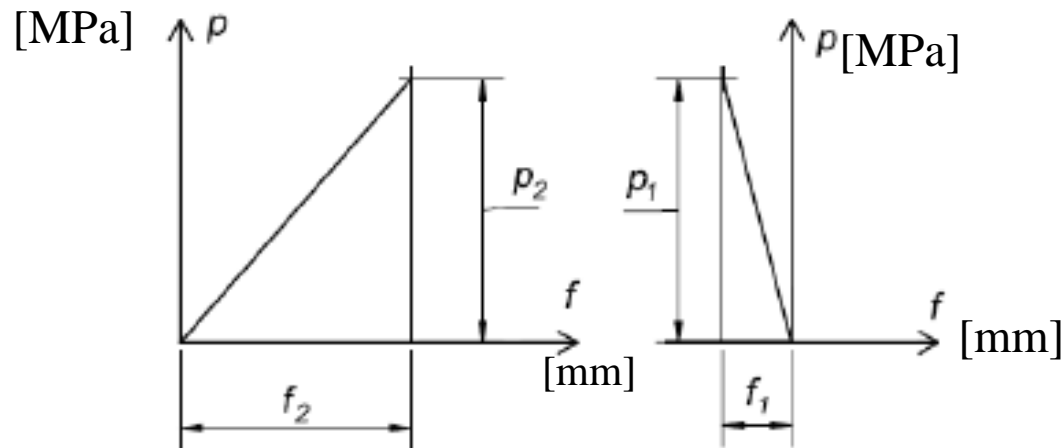
$$K_1 = \frac{1}{E_1} \left(\frac{1 + \varphi_0}{1 - \varphi_0} - \nu_1 \right) \quad \text{és} \quad K_2 = \frac{1}{E_2} \left(\frac{1 + \phi_0}{1 - \phi_0} - \nu_2 \right)$$

Továbbá: $\varphi_0 = \left(\frac{d_0}{d} \right)^2$ és $\Phi_0 = \left(\frac{d}{D} \right)^2$

Ahol: E – rugalmassági modulusok [MPa], ν – Poisson tényezők [-], d_0 – a csőtengely belső átmérője [mm], D – az agy külső átmérője [mm].

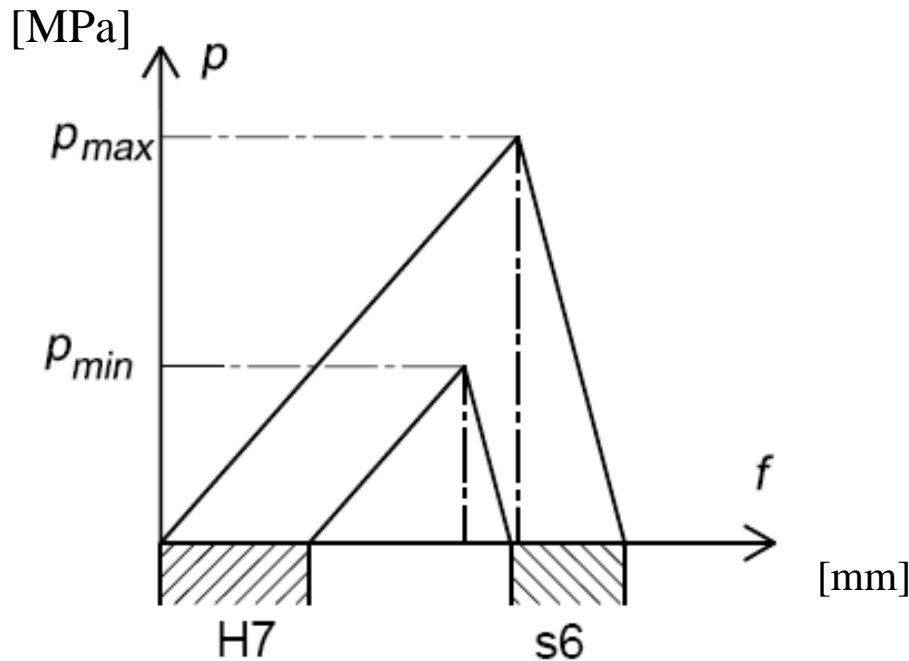
Előfeszítési háromszög nyomatékkötéseknél

A csavarkötéseknél ismertetett előfeszítési háromszög ebben az esetben is megszerkeszthető.



Előfeszítési háromszög nyomatóékkötéseknél

Ábrázolva a gyakorlatban alkalmazott túrésmezőket, látható hogy a legkisebb felületi nyomást a minimális túlfedés és legnagyobb felületi nyomást a maximális túlfedés esetén kapjuk.



$$p_{min} = \frac{1}{d \cdot (K_1 + K_2)} \cdot f_{min}$$

$$p_{max} = \frac{1}{d \cdot (K_1 + K_2)} \cdot f_{max}$$

A szilárd illesztésű kötés erői

A kötés által átvihető terhelés számításához szükséges:

- az axiális irányú elmozdításhoz szükséges erő (F_{ax}):

$$F_{ax} = \mu \cdot p_{max} \cdot d \pi \cdot l$$

- a kötés által átvihető nyomaték (M_t) a minimális túlfedéssel számolva:

$$M = \mu \cdot p_{min} \cdot \frac{d^2 \pi}{2} \cdot l$$

A kötést terhelő erő (F) az axiális erő (F_{ax}) és nyomatékból származó kerületi erő (F_k) négyzetösszege.

Az agy elmozdításához szükséges axiális erő (szerelési erő) a maximális túlfedéssel számolva.

Szoros illesztésű kötés - különlegességek

Az agy szilárdsági ellenőrzése:

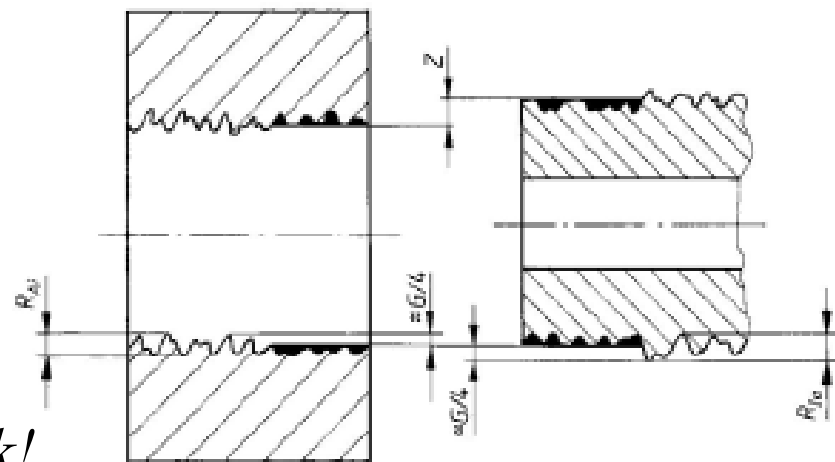
Az agy fő igénybevétele belső nyomás, amelynek hatására a legnagyobb redukált feszültség az agy d illeszkedési átmérőjénél ébred:

$$\sigma_{red} = \frac{2 \cdot p_{max}}{1 - \phi_0} \leq \sigma_{meg}$$

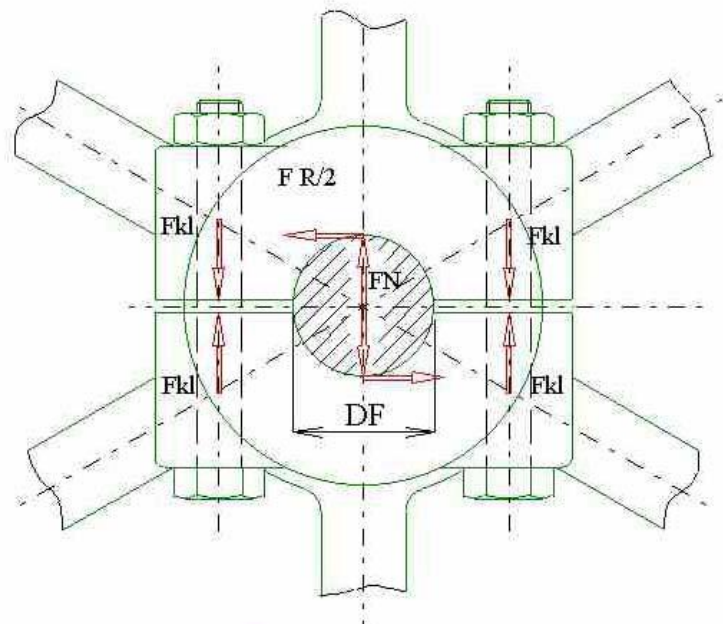
Szerelés hatása:

Sajtoláskor a felületen létrejövő elkenődés, maradó alakváltozás miatt a felületi érdesség változik, ami csökkenti az átvihető terhelést.

Ha lehet zsugorkötést alkalmazzunk!

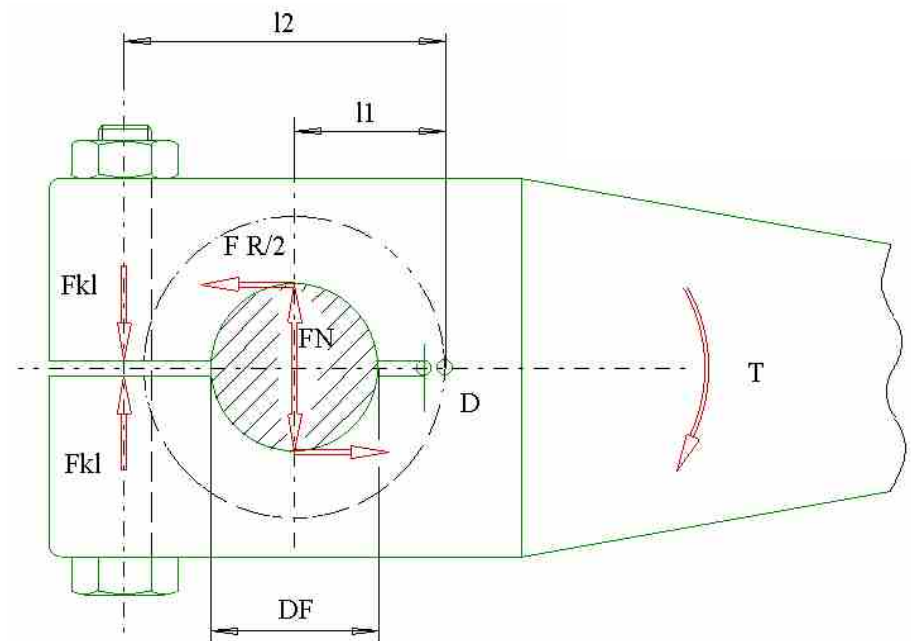


Szorítókötés



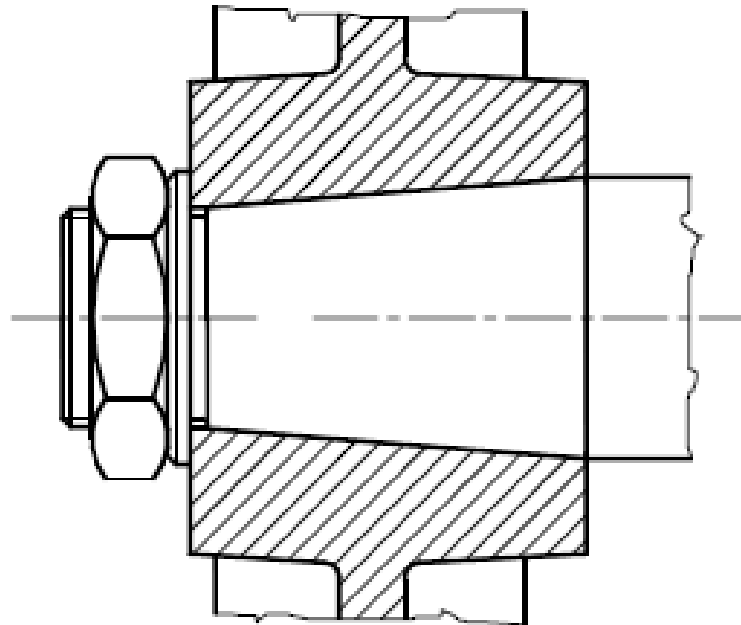
Osztatlan agy

Osztott agy



Kúpos kötés

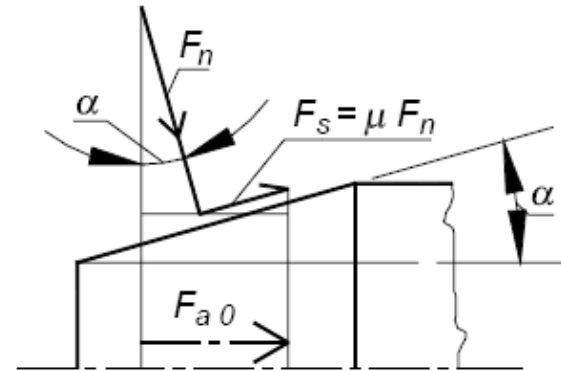
A kúpos tengelyvégre axiális erővel szorítjuk rá a kúpos furatú agyat. Az axiális erő nagyságával szabályozható a felületi nyomás, azaz az átvihető nyomaték.



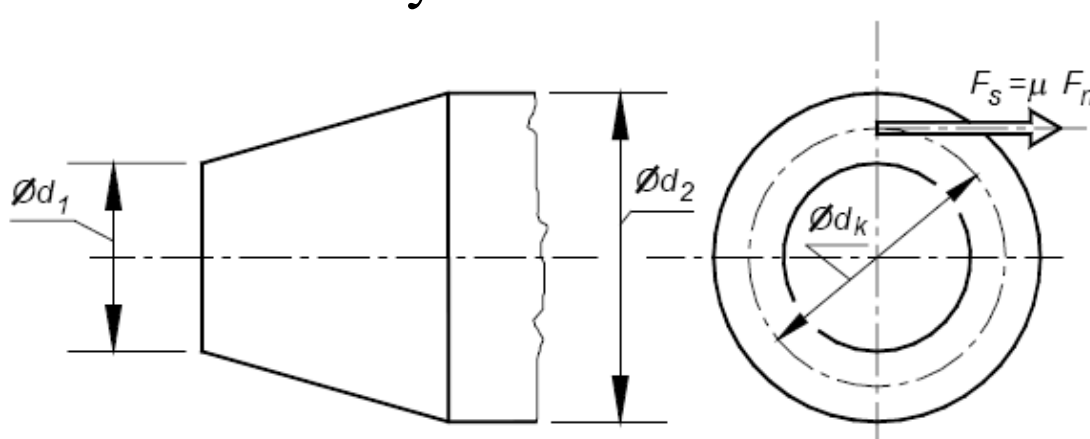
Az erőjáték és az átvihető nyomaték

Az ábra alapján a felületeket
összeszorító normálerő:

$$F_n = \frac{F_{a0}}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}$$



Az átvihető nyomaték



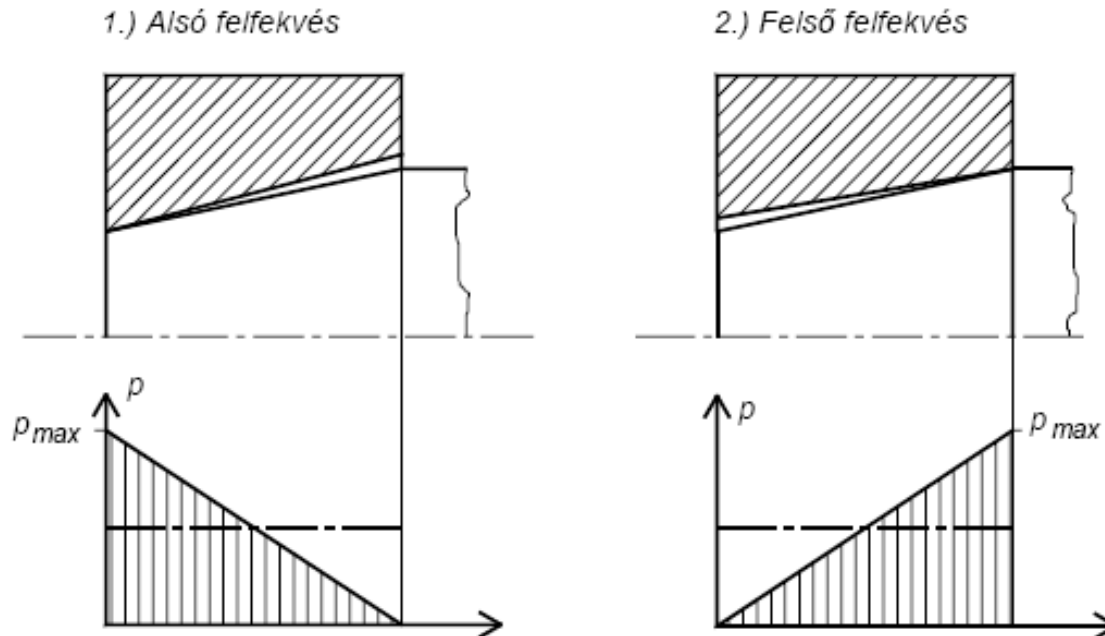
$$M_t = F_s \cdot \frac{d_k}{2}$$

$$d_k = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$M_t = F_s \cdot \frac{d_k}{2} = \mu \cdot \frac{F_{a0}}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} \cdot \frac{d_1 + d_2}{4}$$

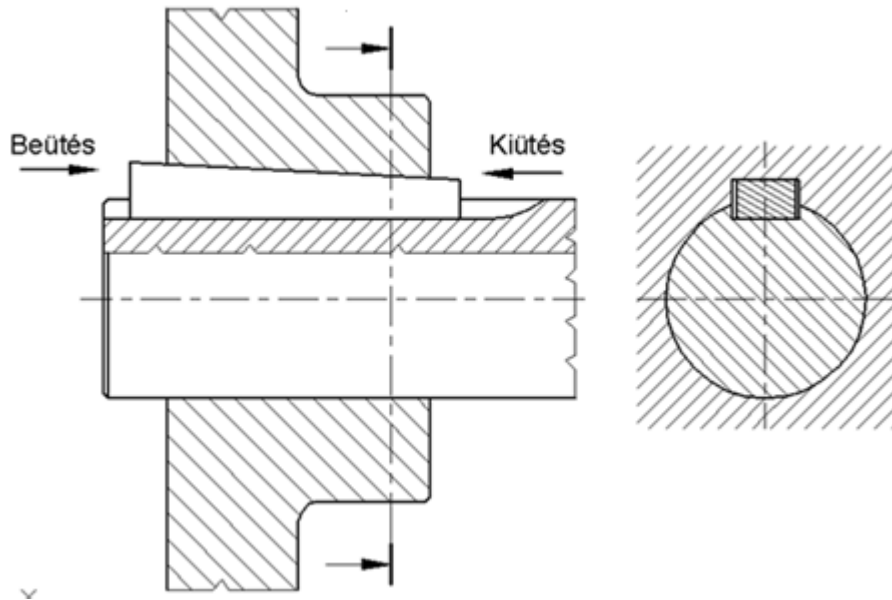
Probléma kúpos kötés esetén

Kúpszög hiba esetén a nyomás nem állandó



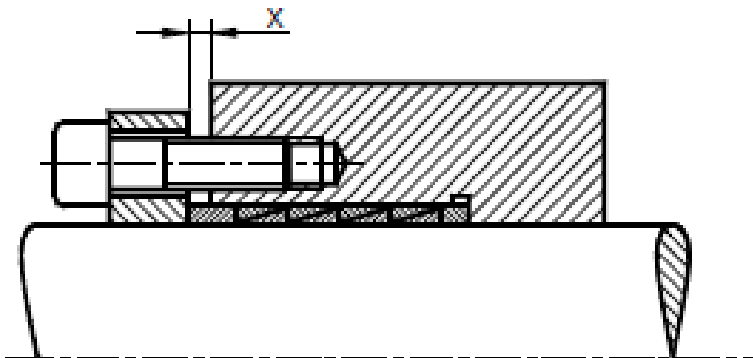
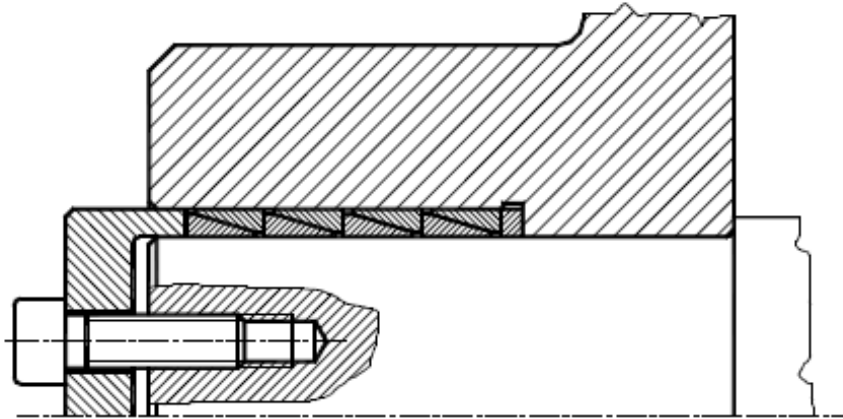
Ékkötés

Az ékkötés lényeg egy lejtős alkatrész - az ék-, amelyet tengely irányú erővel az agy és a tengely közé szorítunk.

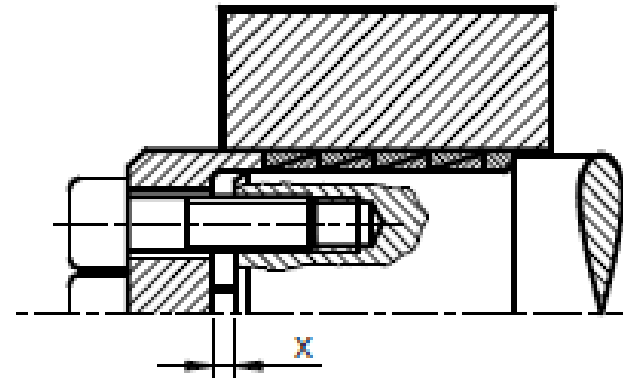


Az átvihető nyomaték:
$$M_t = \mu \cdot F_N \cdot d = \mu \frac{F_{ax}}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)} d$$

Kúpos gyűrűpáros kötés

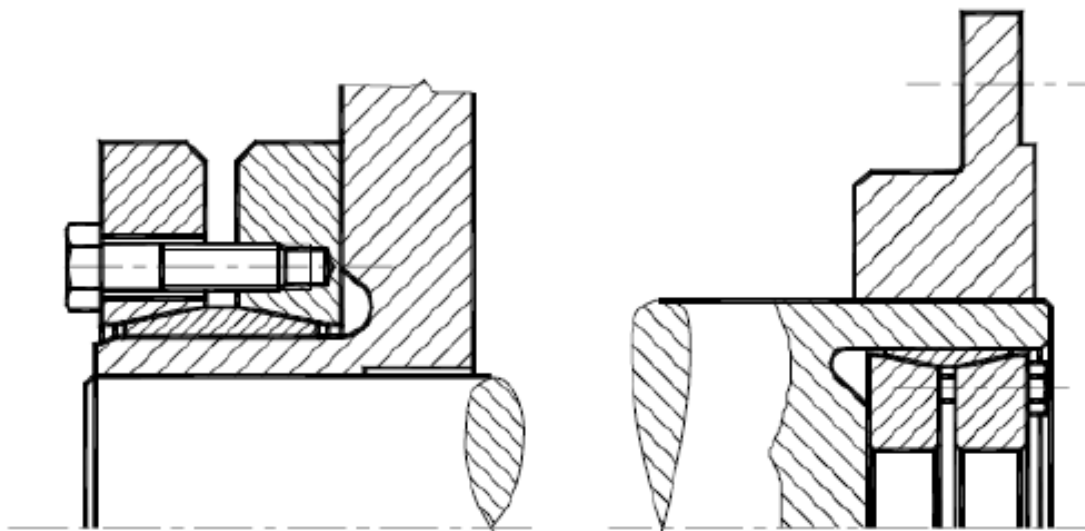
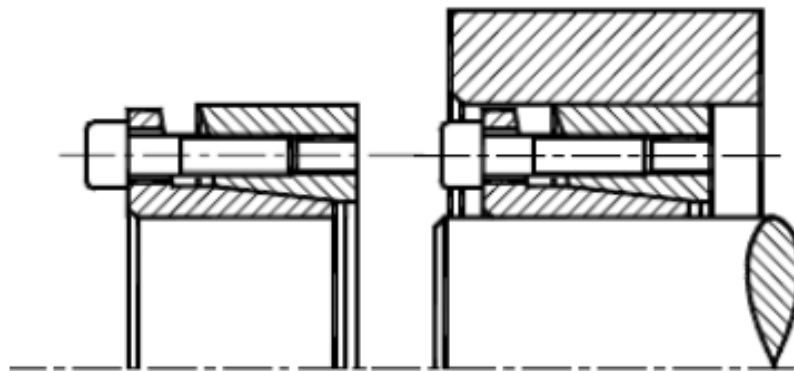


Befeszítés az agy felől

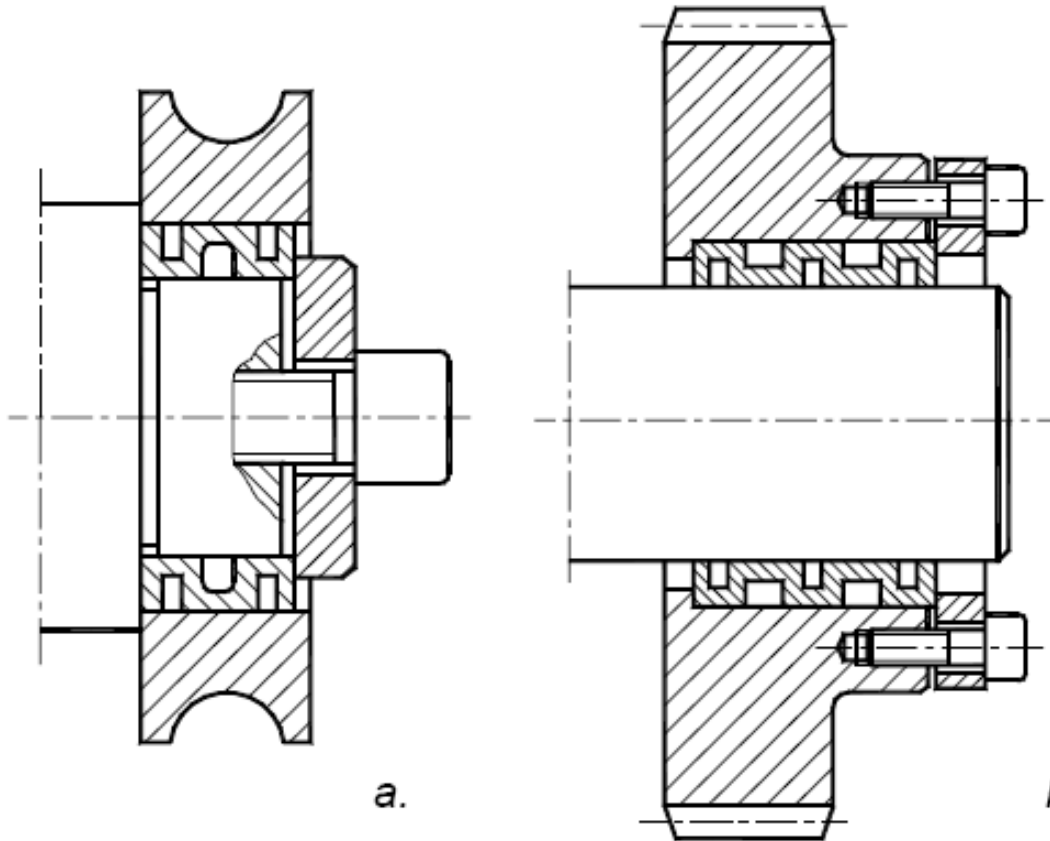


Befeszítés a tengely felől

Kúpos gyűrűs kötés

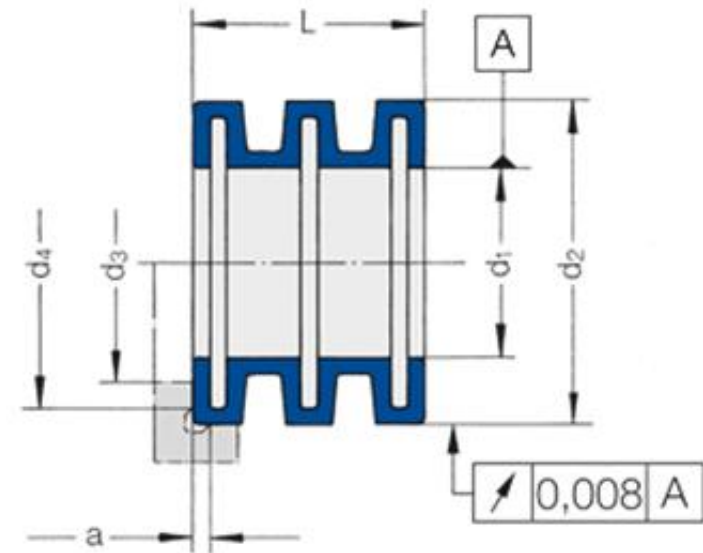


Spieth persely

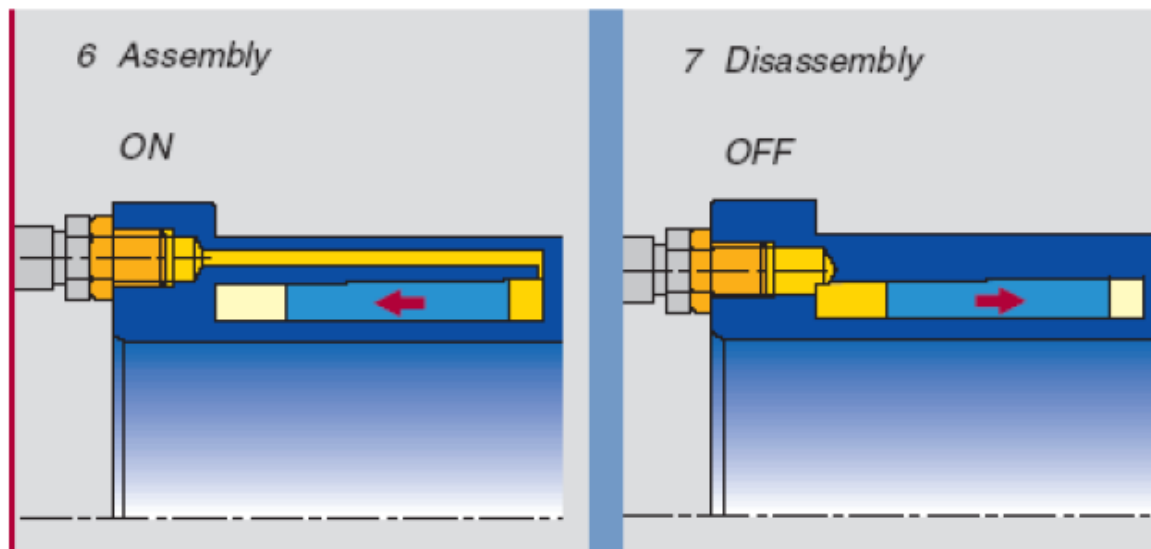
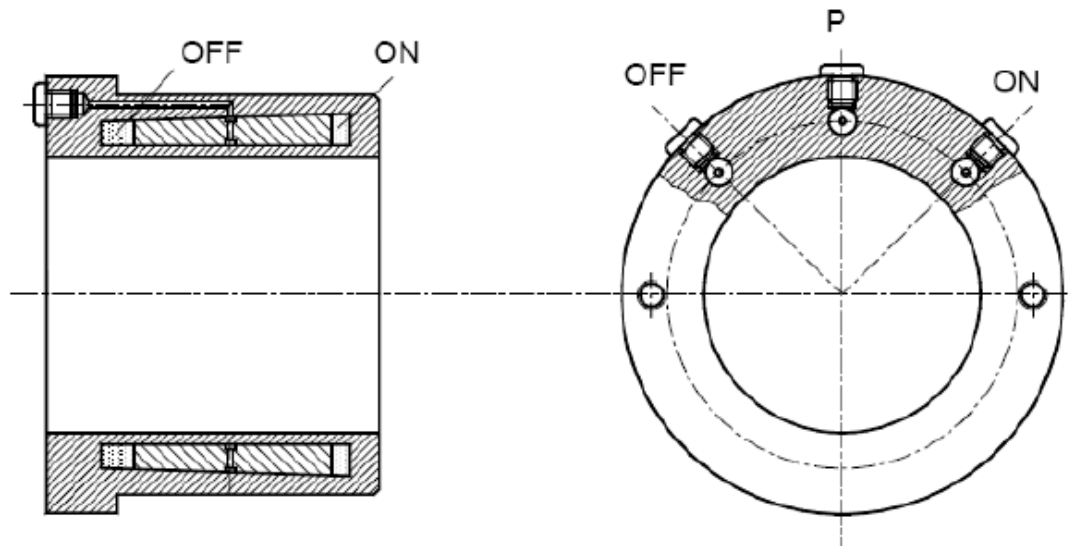


Befeszítés a tengely felől

Befeszítés az agy felől



Kúpos hidraulikus gyűrű



Köszönöm a figyelmet!