

GÉPELEMEK

Kötések. Csavarkötések

3. előadás

Dr. Balogh Tibor, Bider Zsolt, Kovács Gáborné,

Dr. Rácz Péter, Szalai Péter, Törőcsik Dávid

1. Kötőgépelemek, kötési módok

Kötés: két vagy több munkadarabot oldhatóan vagy nem oldható formában összekapcsolunk.

Kötések

anyaggal záró

erővel záró

alakkal záró

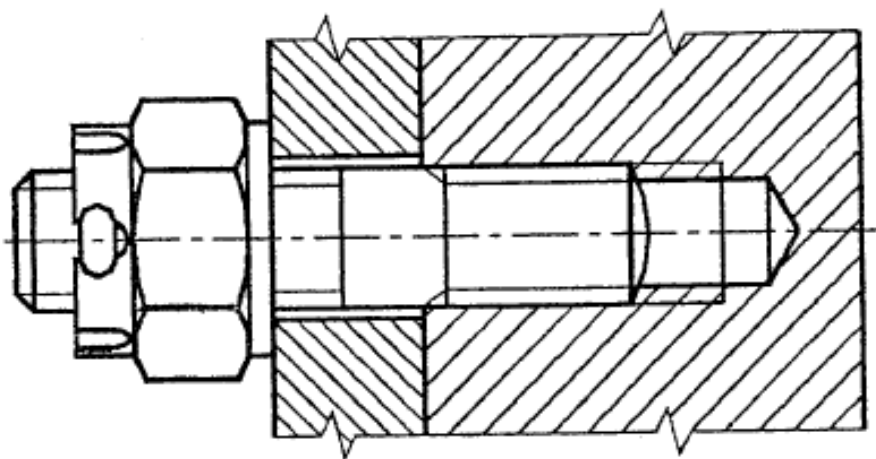
Pl:

- **egyesítő eljárásokkal** – ragasztással, forrasztással, hegesztéssel, besajtolással – **anyaggal záró kötések**;
- **alakítással** – hornyolással, peremezéssel – **alakkal záró kötések**;
- **kötőelemekkel** – csavarral, szegeccsel, kapoccsal, nyírásra igénybevett csavarkötéssel, a retesz- és bordáskötésekkel – **erővel vagy alakkal záró kötések**.

A kötés lehet:

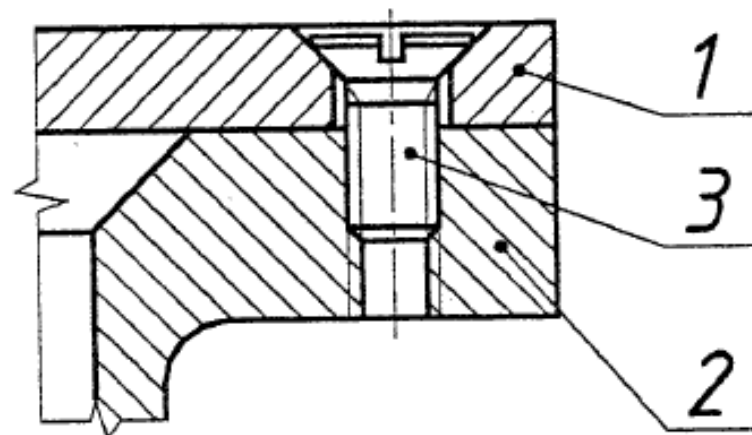
Működés szempontjából:

- teherviselő,
- rögzítő,
- fűző.



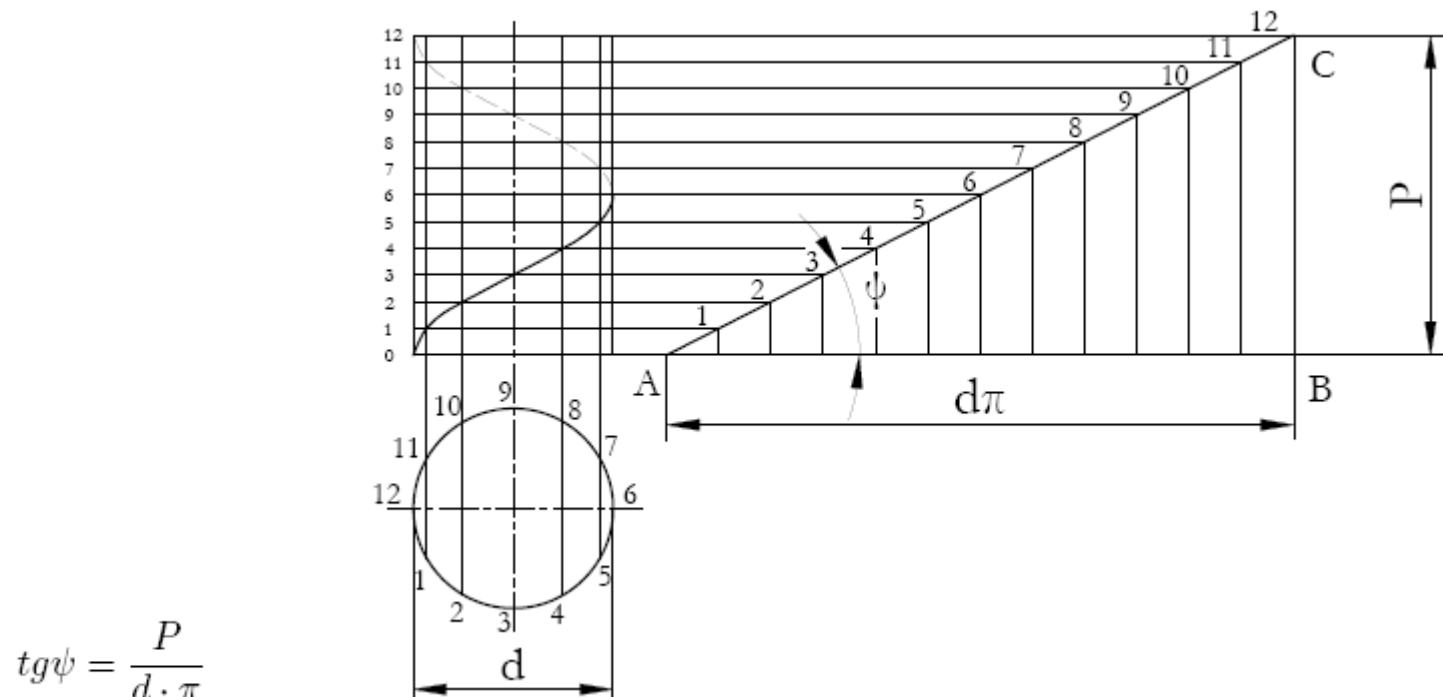
Szerelés szempontjából:

- oldható,
- nem oldható.



2. Menet és menetes kötés

A csavarvonal származtatása

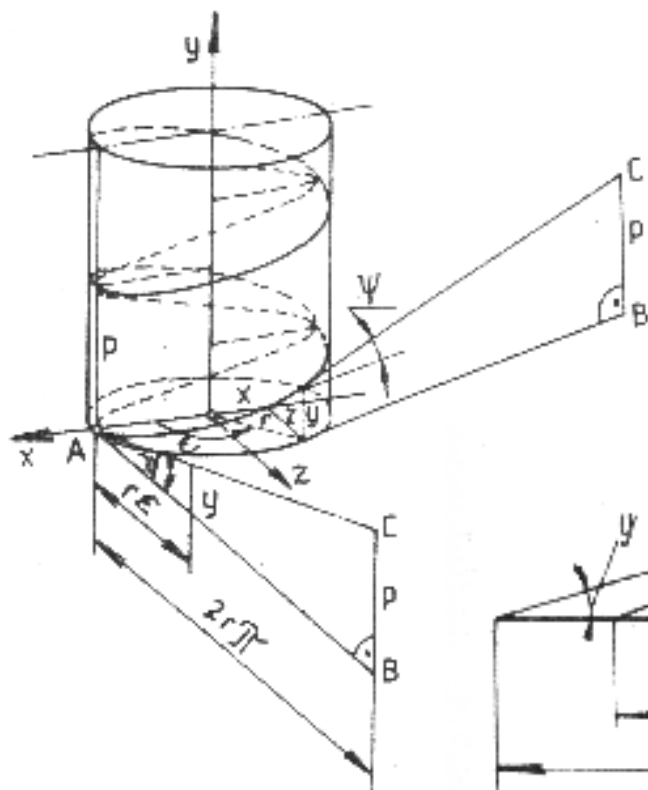


Ψ - menetemelkedés szöge,

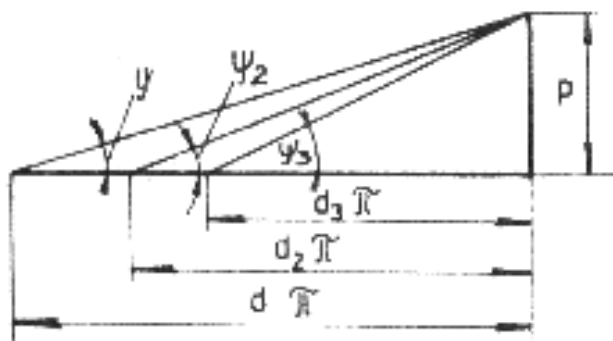
P - menetemelkedés.

A csavarmozgás egyidejű forgó és haladó mozgással származtatható és ezeknek az aránya állandó.

Az y irányú elmozdulás arányos az ε szögelfordulással.



$$\operatorname{tg} \psi = \frac{P}{2 \cdot r \cdot \pi} = \frac{y}{r \cdot \varepsilon}$$



$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{P}{d_1 \cdot \pi}$$

$$\operatorname{tg} \psi_2 = \frac{P}{d_2 \cdot \pi}$$

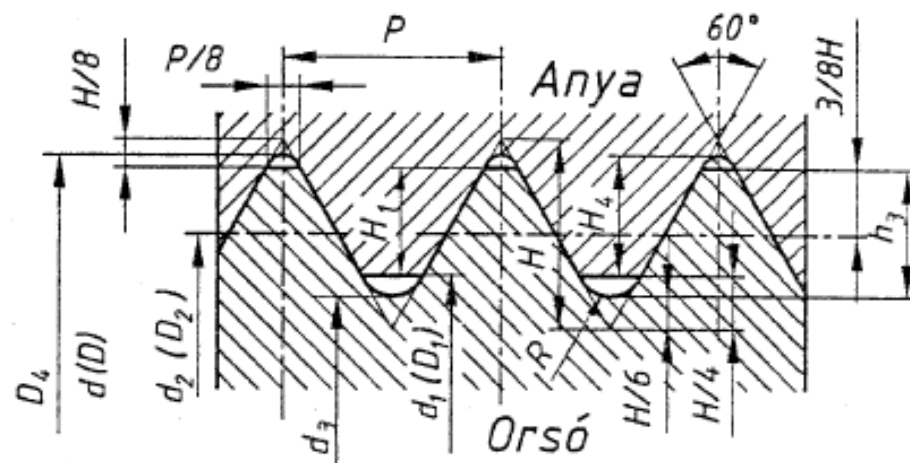
$$\operatorname{tg} \psi_3 = \frac{P}{d_3 \cdot \pi}$$

P – menetemelkedés ψ - menetemelkedési szög

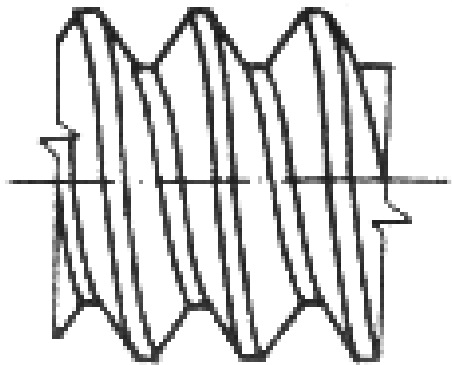
A menet jellemző méretei (métermenet):

- d , D – névleges menetátmérő,
- d_2 , D_2 – menet középátmérő,
- d_3 – orsómenet magátmérő,
- D_1 – anyamenet magátmérő,
- P – menetemelkedés,
- H – alapháromszög magasság,
- Ψ – menetemelkedési szög,

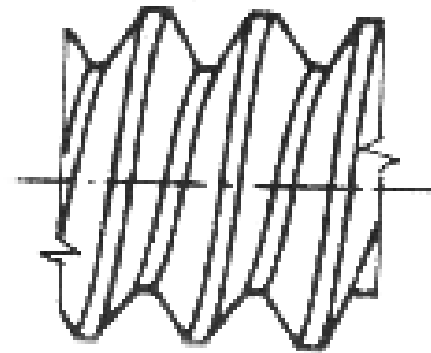
$$\operatorname{tg} \Psi = \frac{P}{d_2 \cdot \pi}$$



Csavarvonalirányok és bekezdések



jobb menet

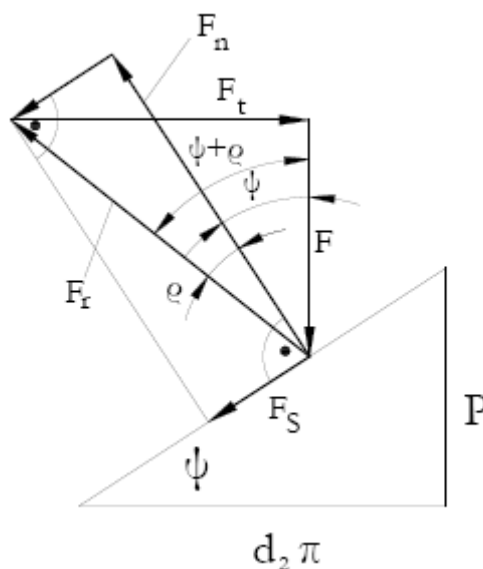
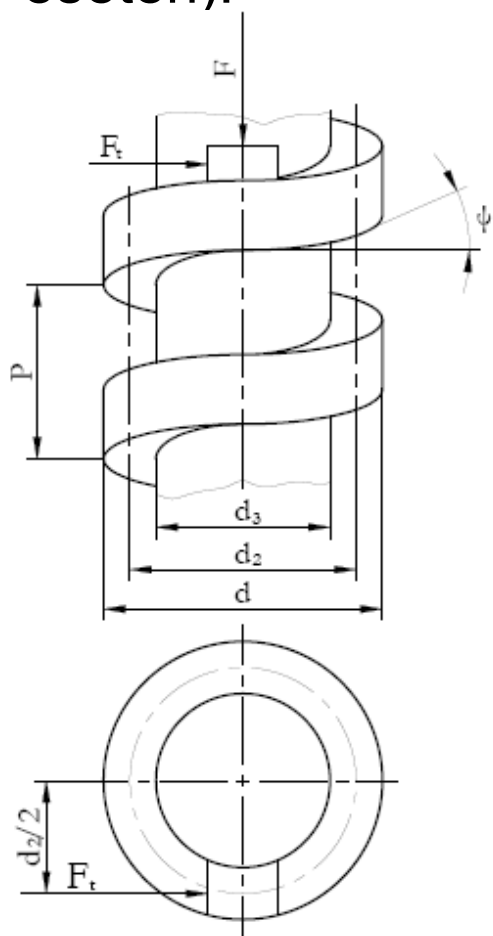


bal menet

A menetkialakítás egyik különleges esete az, amikor több menetet csavarunk fel egy hengerfelületre úgy, hogy azok egymás mellett haladnak. Ezek az ún. több-bekezdésű menetek.

3. A csavarmeneteken keletkező erőhatások

Kötőcsavar meghúzása esetén az erők egyensúlya (laposmenet esetén):



- F - külső erő
- F_s - súrlódó erő
- ψ - menetemelkedési szög
- F_n - összeszorító erő (felületre merőleges)
- F_t - kerületi erő
- d_2 - menetközépméret
- P - menetemelkedés
- ρ - súrlódási félkúpszög

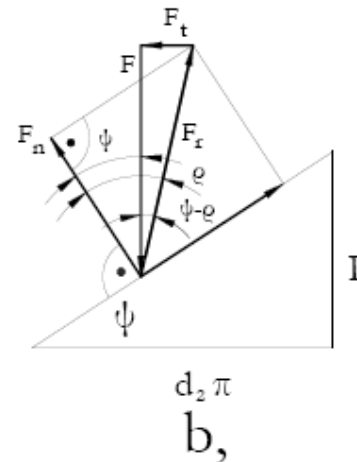
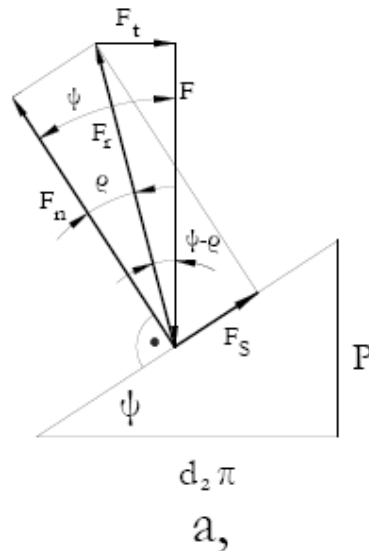
Súrlódási erő: $F_s = \mu F_N$, $\mu = \tan \rho$

F_N – a felületeket összetartó erő

Kerületi erő: $F_t = F \cdot \tan(\psi + \rho)$,

F – a csavar szárában ébredő előfeszítő erő

A testre ható erők egyensúlya a **lefelé való elmozdulás** (lazítás) esetére:



$$F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\psi - \rho),$$

Az F_t kerületi erő abszolút értéke mindkét esetben $F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\Psi - \rho)$, értelme azonban ellentétes.

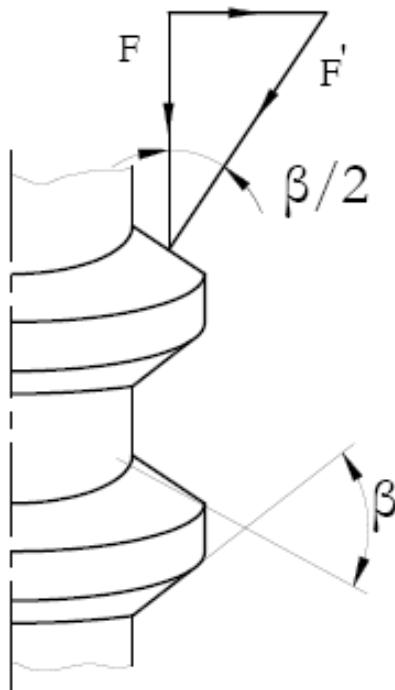
Gyakorlatilag tehát a $\Psi > \rho$ feltétel (**a jelű ábra**) teljesülésekor erőt kell kifejtünk a test F erő hatására való lecsúszásának megakadályozására, ha pedig

$\Psi < \rho$ (**b jelű ábra**), a test csak külön erő kifejtésekor csúszik le, azaz **önzárás** áll fenn.

A csavaranya vagy orsó forgatásához (meghúzásához ill. lazításához) szükséges **nyomaték** nagysága:

$$T_{1,2} = F \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\psi \pm \rho)$$

Trapéz szelvényű menet a ráható erővel:



$$F' = \frac{F}{\cos \frac{\beta}{2}}$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}}$$

$$\rho' = \operatorname{arctg} \mu'$$

a látszólagos
súrlódási tényező

Végeredményben az erő tehát:

$$F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\psi \pm \rho')$$

a nyomaték pedig: $T_{1,2} = F \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi \pm \rho')$

Az anya vagy csavarfej felfekvési felületén keletkező nyomaték:

$$T_a = \mu_a \cdot F \cdot r_a$$

μ_a súrlódási tényező a felfekvő felületek között
 r_a a súrlódási erő karja

$$r_a = \frac{1}{3} \frac{D_k^3 - D_b^3}{D_k^2 - D_b^2}$$

D_k a felfekvő felület külső átmérője
 D_b a felfekvő felület belső átmérője

Általában elegendő azonban azt a közelítést használni, hogy $r_a = d_3$

A teljes nyomaték, amit a csavarkulcsra ki kell fejteni:

$$T_{1,2} = F * \left[\frac{d_2}{2} * \operatorname{tg}(\psi \pm \rho') + r_a * \mu_a \right]$$

$\mu = 0,10$; $\mu_a = 0,10$
(galvanikus horganyozás vagy
kadmiumozás, jó kenés):

$\mu = 0,16$; $\mu_a = 0,12$
(fényes vagy foszfátozott
felület, olajkenés):

$\mu = 0,40$; $\mu_a = 0,20$
(fényes, foszfátozott,
foszfátozott és feketített,
kenés nélkül)

A szakirodalom általában a két
súrlódási tényezőt μ' és μ_a azonos
értékűnek veszi, amit a valóságos
értékek jelentős szórása indokol.

Így a szokásos kenőolajokkal kent
csavarok esetén – a csavarok
nagyságától függetlenül – 0,13 ...
0,25 súrlódási tényezővel
számolnak.

Vizsgálatok szerint a meghúzási nyomaték megoszlása a
különböző helyekre:

- menetsúrlódásra: 40...67%
- a felfekvő felületek súrlódására: 16...50%
- előfeszítésre: 10...17%

4. Csavarkötések szilárdsági méretezése statikus terhelések esetén

Húzásra nyugvó terhelés esetén:

a, csavarkötés terhelés nélküli létrehozása után jön létre az orsóirányú terhelés

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{d_3^2 \cdot \pi} \leq \sigma_{meg}$$

d_3 – magátmérő
 σ_{meg} – folyáshatárból számítható
 ($n=1,5 \dots 2,5$).

$$A_s = \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

egyenértékű keresztmetszet
 pontos számolásnál

Húzásra nyugvó terhelés esetén:

b, a menetet terhelt állapotban mozgatjuk (a csavarkötést az orsót terhelő hosszirányú erőhatás működése alatt kell meghúzni):

Ebben az esetben a menetes orsó terhelése csavarás és húzás (nyomás), ezért összetett igénybevételre méretezzük:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_{meg} \quad \text{Mohr-szerint}$$

$\psi < 6^\circ$ esetén a fenti számítást nem szükséges elvégezni, hanem egy átlagos értékkel számolunk:

$$\sigma_{red} \cong 1,32\sigma$$

A redukált feszültséget ezzel a többlet terheléssel számítjuk:

$$\sigma_{red} = \sigma = \frac{1,32F}{A} \leq \sigma_{meg}$$

Húzásra nyugvó terhelés esetén:

c, csavarkötést előfeszítjük, azaz szereléskor szorosan meghúzzuk:

Egy csökkentett magátmérővel számolunk:

$$d_{03} = \sqrt{\frac{4F}{\varphi \cdot \pi \cdot \sigma_{meg}}}$$

A gyártási minőséget
 φ jósági tényezőjével vesszük
figyelembe (φ értéke: 0,5...1,0)

$$d_3 = \frac{d_{03} + 6}{1,1}$$

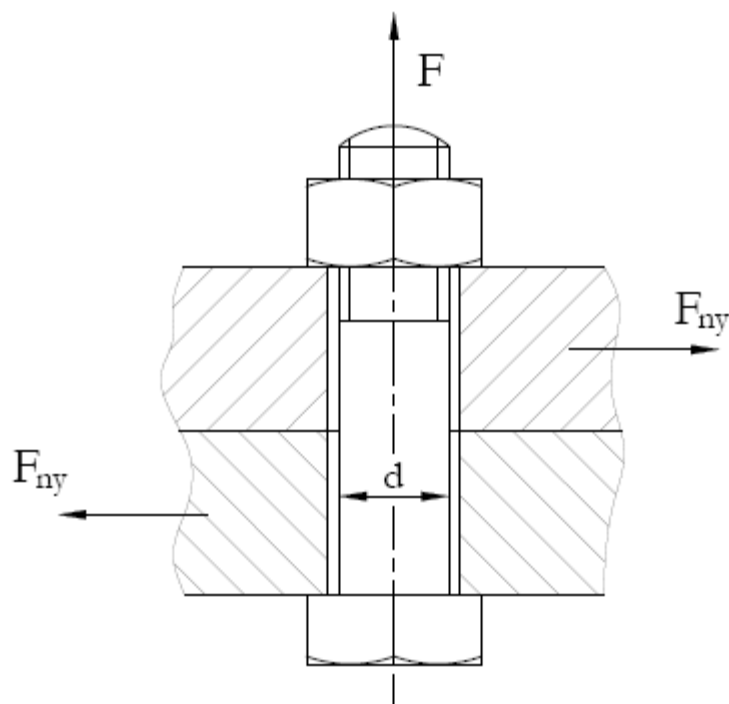
Az előfeszítést a méretezésnél úgy vesszük figyelembe, hogy az üzemi terhelés alapján meghatározott magátmérőt megnöveljük a saját méretétől függően.

Az összefüggést 60 mm átmérőig lehet használni

Nyírásra nyugvó terhelés esetén:

a, az orsóirányú terhelés elhanyagolhatóan kicsi:

A nyírófeszültség számolása:

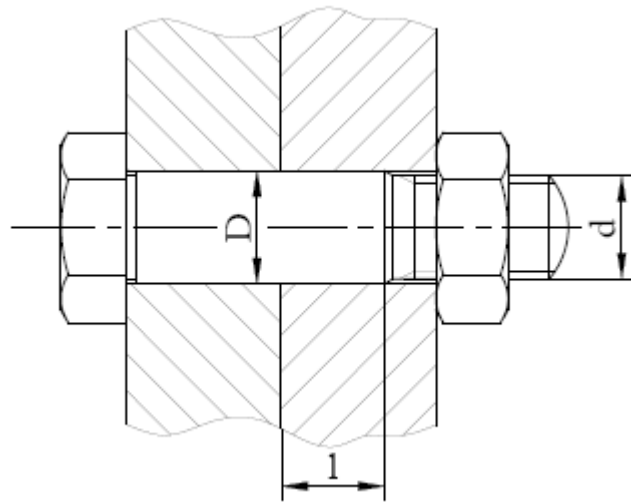


$$\tau_{max} = \frac{4 \cdot F_{ny}}{d^2 \cdot \pi} \leq \tau_{meg}$$

Nyírásra nyugvó terhelés esetén:

b, a menetes rész nyíróterhelésének kerülése:

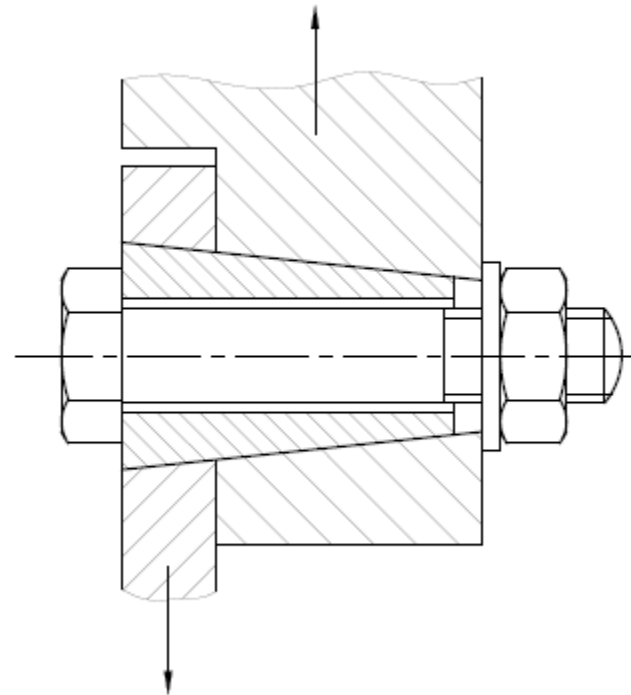
Csavarkötés illesztett szárral:



A hengeres szárban ébredő
maximális nyírófeszültség:

$$\tau_{max} = 1,4 \cdot \frac{4 \cdot F_{ny}}{D^2 \cdot \pi} \leq \tau_{meg}$$

Tehermentesítő nyíróhüvely alkalmazása:

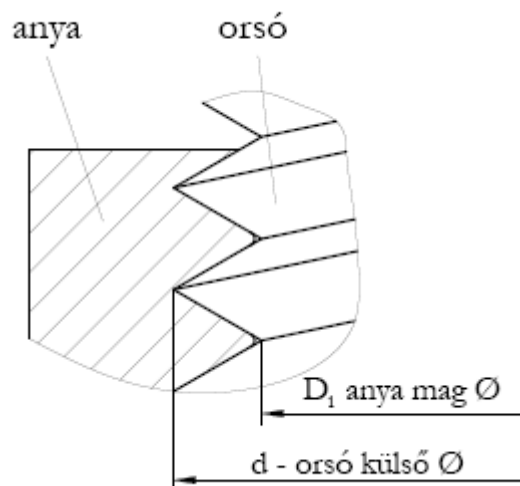


Ellenőrzés palástnyomásra:

$$p = \frac{F_{ny}}{D \cdot l} \leq p_{meg}$$

Felületi nyomásra mozgóorsóknál: az érintkező menetek berágódásának elkerülése:

Kapcsolódó menetek:



A felületi nyomás meghatározása:

$$p = \frac{F}{\Sigma A} = \frac{F}{z \cdot A_1} = \frac{4 \cdot F}{z \cdot (d^2 - D_1^2) \cdot \pi}$$

Az egyenletes terhelés eloszlás
miatt az anyagban **$z_{\max}=10$**

$$\sigma_h = \frac{1,32 F}{A} \leq \sigma_{meg}$$

A mozgócsavarok méretezésének szempontjai:

- a csavarorsók kellő szilárdsága,
- a menetek berágódásának elkerülése,
- a csavar mozgathatóságának biztosítása.

$$p = \frac{F}{z \cdot A} = \frac{F}{z \left(\frac{d^2 \cdot \pi}{4} - \frac{D_1^2 \cdot \pi}{4} \right)} \leq p_{meg}$$

$$m = z \frac{P}{i} \quad \begin{array}{l} - P \text{ menetemelkedés} \\ - i \text{ bevezetések száma} \end{array}$$