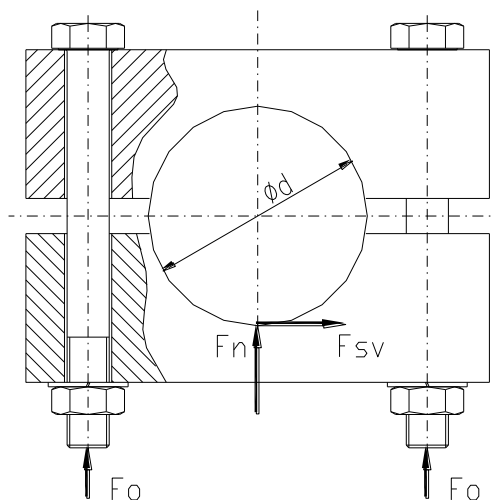


Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	SPS II
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Stavba a provoz strojů II, 2. ročník
Sada číslo:	C-07
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	06
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_C-07-06
Název vzdělávacího materiálu:	Spoje hřídele s nábojem silovým stykem
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Hynek Palát

Spoje hřídele s nábojem silovým stykem

Jedná se o takové aplikace, které pro přenos krouticího momentu mezi hřídelem a nábojem využívají tření.

Svěrné spoje se zcela rozříznutým nábojem



Zde je náboj rozdělen na dvě zcela samostatné části, které obepínají hřídel a jsou staženy několika šrouby. V těch je předpětí F_o , které vyvozuje normální sílu F_n působící na hřídel.

Obvodovou sílu, kterou je schopen spoj přenést, pak nazýváme svěrnou silou a získáme ji ze vztahu:

$$F_{sv} = F_n \cdot f = S_{styk} \cdot p \cdot f = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot f$$

kde f je součinitel tření;

S_{styk} je celková válcová plocha styku hřídele s nábojem;

p je tlak vyvozený na plochu styku hřídele s nábojem;

d je průměr hřídele;

l je délka náboje.

Z toho získáme svěrný moment.

$$M_{SV} = F_{SV} \cdot \frac{d}{2}$$

Aby spoj spolehlivě fungoval, musí být svěrný moment M_{sv} větší než přenášený krouticí moment M_k .

Zavádíme zde bezpečnost k_s , a pak platí:

$$M_{SV} \geq k_s \cdot M_k$$

Jak již bylo uvedeno, normální síla F_n je u tohoto spoje vyvozena osovou silou F_o každého šroubu znásobenou počtem šroubů n .

Z toho všeho pak dokážeme odvodit potřebnou osovou sílu F_o . Postupujeme takto:

$$M_{SV} \geq k_s \cdot M_k$$

$$F_{SV} \cdot \frac{d}{2} \geq k_s \cdot M_k$$

$$\pi \cdot d \cdot l \cdot \frac{n \cdot F_o}{d \cdot l} \cdot f \cdot \frac{d}{2} \geq k_s \cdot M_k$$

$$F_o \geq \frac{2 \cdot k_s \cdot M_k}{\pi \cdot n \cdot d \cdot f}$$

Podle velikosti F_o pak navrhne velikost šroubů.

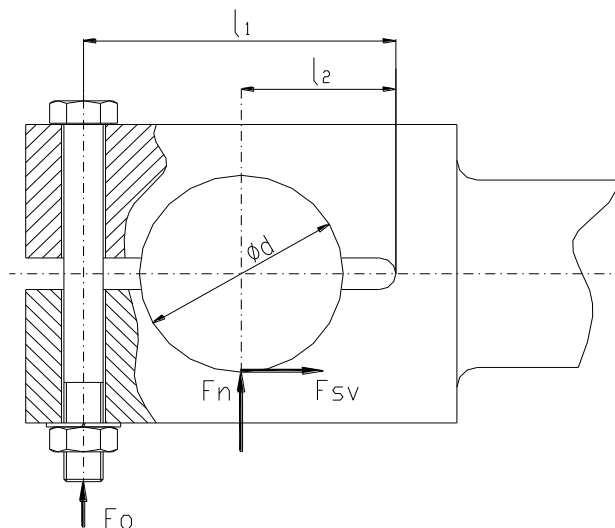
Celý svěrný spoj musíme nakonec ještě zkontrolovat na otláčení.

$$p = \frac{F_n}{S} = \frac{n \cdot F_o}{d \cdot l} \leq p_{DOV}$$

kde n je počet šroubů ve spoji a S je plocha vodorovného průřezu hřídele uvnitř náboje.

Pozor: Nesmí se zaměnit s S_{styk} !

Svěrné spoje s částečně naříznutým nábojem



Výpočet je podobný předchozímu případu, pouze je potřeba pro určení osově síly ve šroubech použít momentovou podmínku:

$$F_o \cdot l_1 = F_n \cdot l_2$$

$$F_n = F_o \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

Pro určení svěrné síly ve spoji pak platí:

$$F_{sv} = S_{styk} \cdot p \cdot f = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot f$$

kde f je součinitel tření;

S_{styk} je celková válcová plocha styku hřídele s nábojem;

p je tlak vyvozený na plochu styku hřídele s nábojem;

d je průměr hřídele;

l je délka náboje.

Z toho získáme svěrný moment:

$$M_{sv} = F_{sv} \cdot \frac{d}{2}$$

Po zohlednění bezpečnosti k_s pak platí:

$$M_{sv} \geq k_s \cdot M_k$$

Odtud pak dokážeme určit osovou sílu F_o potřebnou pro dimenzování šroubu:

$$F_o = \frac{2 \cdot k_s \cdot M_k \cdot l_2}{\pi \cdot l_1 \cdot f \cdot d}$$

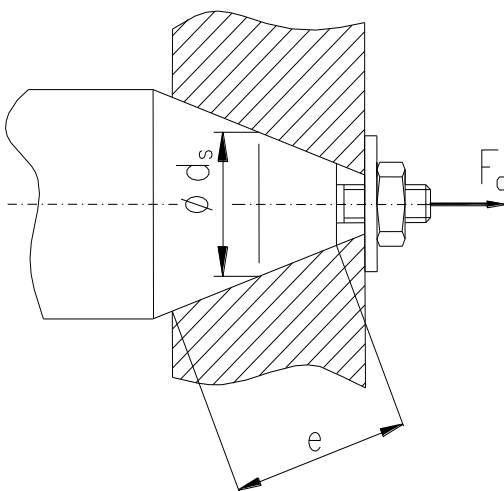
Kontrolu hřídele na otláčení pak provedeme dle vzorce:

$$p = \frac{F_n}{S} = \frac{F_o \cdot \frac{l_1}{l_2}}{d \cdot l} \leq p_{Dov}$$

kde S je plocha vodorovného průřezu hřídele uvnitř náboje.

Svěrné spoje s kuželem

Spoj funguje tak, že utažením matice vznikne axiální síla, která vtiskne kuželovou plochu hřídele do vnitřního kužele na náboji.



Základní podmínka je shodná s výše uvedenými případy:

$$M_{SV} \geq k_s \cdot M_k$$

Svěrný moment M_{SV} pak řešíme na středním průměru vzájemného styku obou kuželových ploch:

$$M_{SV} = F_{SV} \cdot \frac{d_s}{2} = S_{STYK} \cdot p \cdot f \cdot \frac{d_s}{2} = \pi \cdot d_s \cdot e \cdot p \cdot f \cdot \frac{d_s}{2}$$

Tam dosadíme za tlak p :

$$p = \frac{F_o}{S} = \frac{F_o}{\frac{\pi}{4}(d_{max}^2 - d_{min}^2)} \leq p_{Dov}$$

Po celkovém dosazení obdržíme konečný vztah pro výpočet axiální osově síly ve šroubu:

$$F_o = \frac{k_s \cdot M_k \cdot (d_{max}^2 - d_{min}^2)}{2 \cdot d_s^2 \cdot l \cdot f}$$

kde f je součinitel tření;

S_{styk} je celková kuželová plocha styku hřídele s nábojem;

p je tlak vyvozený na plochu styku hřídele s nábojem;

d_{max} je největší průměr styku hřídele a náboje;

d_s je střední průměr styku hřídele a náboje;

d_{min} je nejmenší průměr styku hřídele a náboje;

e je šikmá délka styku hřídele a náboje.

Z uvedeného vztahu pak dimenzujeme velikost závitu.

Tlakové spoje

U těch se používá výhradně uložení s přesahem. Kroutící moment se pak přenáší pomocí tlaku mezi nábojem a hřídelí. Jsou to spoje sice obtížně rozebíratelné, ale přesto poměrně časté pro svou snadnou výrobu. Dělíme je do tří skupin:

- Nalisované – náboj je na hřídel nasunut velkou silou pod lisem.
- Vyrobené zahřátím náboje – náboj se nahřeje, teplem se přitom roztáhne, nasune na hřídel, kterou po vychladnutí pevně sevře.
- Vyrobené ochlazením hřídele – hřídel se zchladí, tím se smrští, snadno se vsune do náboje, po oteplení na běžnou teplotu se opět roztáhne a vytvoří pevný spoj.

Svěrná síla u tlakových spojů se počítá ze vzorce:

$$F_{SV} = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot f$$

Kde $\pi \cdot d \cdot l$ je velikost styčné plochy mezi nábojem a hřídelem;

p je vzájemný tlak mezi nábojem a hřídelem;

f je koeficient tření.

Svěrný moment pak vypočteme ze vztahu:

$$M_{SV} = F_{SV} \cdot \frac{d}{2}$$

přičemž platí:

$$M_{SV} = k \cdot M_K$$

kde k je součinitel bezpečnosti.

Opakovací otázky a úkoly

- Jaké druhy spojení hřídelů a nábojů znáš, a co je pro ně charakteristické?
- Proved' odvození výpočtu svěrného spoje se zcela rozříznutým nábojem.
- Proved' odvození výpočtu svěrného spoje s částečně rozříznutým nábojem.
- Proved' odvození výpočtu svěrného spoje s kuželem.

Seznam použité literatury

- KŘÍŽ, R. a kol.: *Stavba a provoz strojů I, Části strojů*. Praha: SNTL, 1977.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky. 3. doplněné vydání*. Praha: Albra, 2006. ISBN 80-7361-033-7.