



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Spoje a spojovací součásti

Téma: Spojení hřídele s nábojem - pera

Autor: Ing. Magdalena Svobodová

Číslo: VY_32_INOVACE_13 – 10

Anotace: *Seznámení s jednotlivými druhy per. Výpočet per a určení jejich rozměrů.
Kótování drážek pro pero v náboji a v hřídeli.
DUM je určen pro studenty druhého ročníku strojírenských oborů.
Vytvořeno: srpen 2012*

CHARAKTERISTIKA SPOJE, DRUHY PER

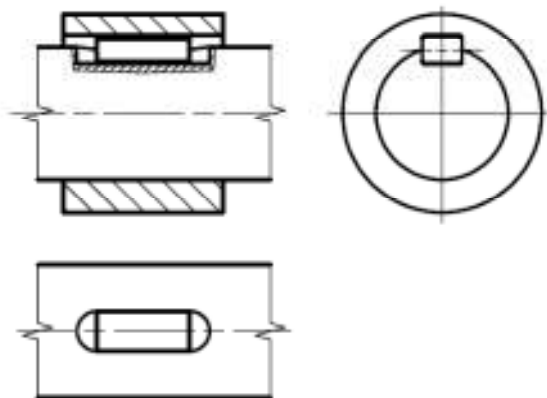
Spojení hřídele s nábojem pomocí těsného pera patří mezi spoje s tvarovým stykem, což znamená, že momenty a síly se ve spoji přenáší pomocí styčných ploch. Jejich použití je vhodné jestliže přenášené síly a momenty mají stále stejný smysl. Spoj pomocí těsného pera je nejčastěji používaným spojením hřídele s nábojem pro krouticí momenty, které působí v jednom směru (příruby spojek, řemenice, ozubená kola). Tento druh spoje nezajišťuje náboj proti osovému posunutí.

Pera jsou normalizována a jejich rozměry (šířka a výška) jsou dány podle průměru hřídele.

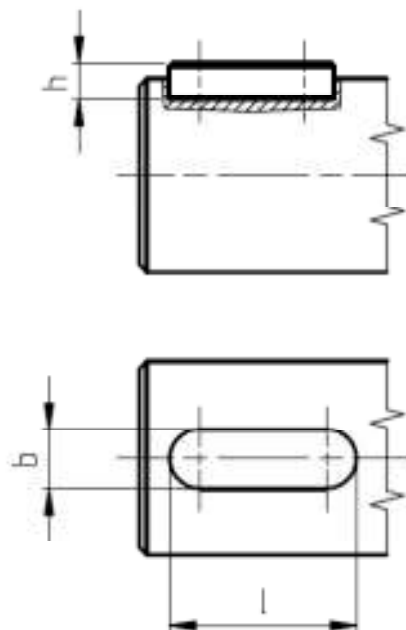
Nejčastěji se používají **těsná pera**, ta mohou mít rovné (tvar B) nebo zaoblené konce (tvar A). Tato pera jsou v drážkách na hřídeli i v náboji lícována. Boční plochy pera doléhají k plochám drážek v hřídeli i náboji. Mezi hřbetem pera a dnem drážky náboje je vůle. Tam, kde je nutné náboj na hřídeli přesouvat, lze použít **pera výměnná** (vodící). Výměnná pera jsou připevněna v drážce na hřídeli jedním nebo dvěma šrouby se zapuštěnou hlavou. Pokud je délka posuvu náboje po hřídeli příliš velká (více než tři průměry hřídele), je výměnné pero připevněno do drážky v náboji.

Pro přenos malých krouticích momentů, zejména u kuželových konců hřídelů, lze použít **kotoučová pera**, někdy jsou tato pera nazývána úsečová nebo Woodruffova. Tato pera jsou levnější a nepotřebují přesné lícování. Nevýhodou je, že příliš zeslabují průměr hřídele díky svému hlubokému uložení.

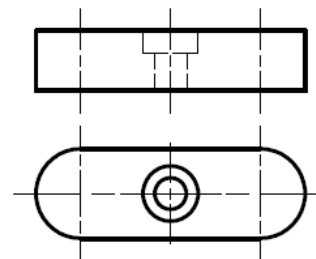
Jednotlivé typy per jsou na následujících obrázcích.



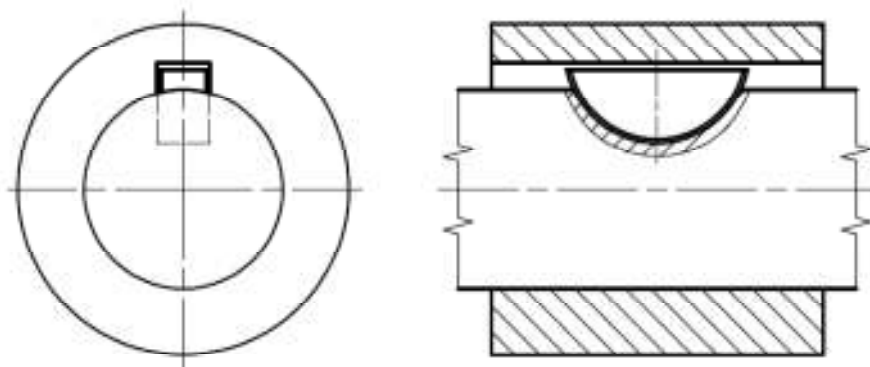
Obr. 1. Těsné pero s rovnými konci tvar B



Obr. 2. Těsné pero se zaoblenými konci tvar A



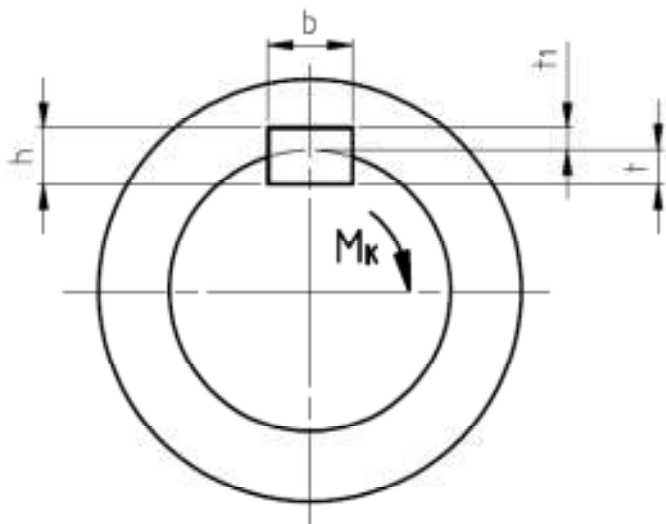
Obr. 3. Výměnné pero



Obr. 4. Kotoučové (Woodruffovo) pero

Výpočet pera a určení jejích rozměrů

Jak již bylo řečeno, rozměry pera závisí na průměru hřídele a jsou normalizovány. Normou jsou dány i úchytky a tolerance. Délku pera je možné navrhovat dle velikosti tlaku ve stykových plochách. Kontrola na smyk se neprovádí (v praxi se pera většinou vůbec nepočítají).



Obr. 5. Základní rozměry pera pro výpočet

Tlak ve stykové ploše:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{2 \cdot M_K}{t_1 \cdot l \cdot d} \leq p_D$$

d	průměr hřídele	(mm)
t ₁	hloubka drážky v náboji	(mm)
l	délka pera	(mm)
M _K	přenášený krouticí moment	(Nmm)
F	zatěžující síla	(N)
p _D	dovolený tlak	(MPa)

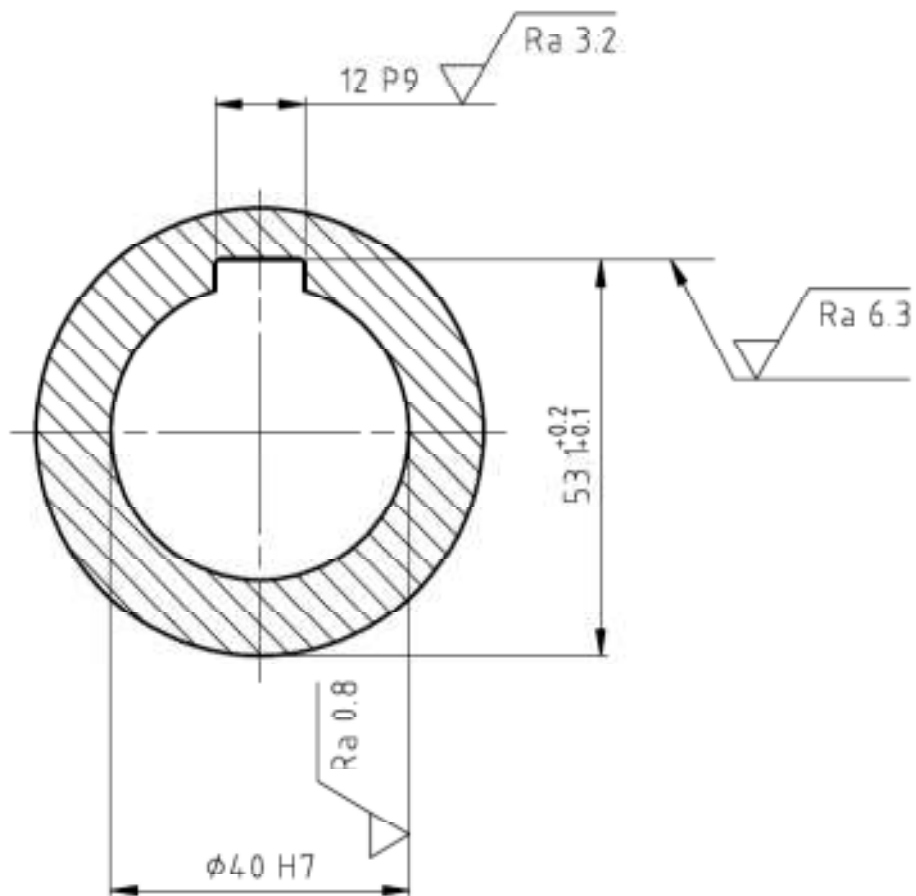
Doporučené hodnoty dovoleného tlaku:

- Neposuvný náboj
 - Ocel $p_D = 100 \div 120$ MPa
 - Šedá litina $p_D = 60 \div 80$ MPa
- Posuvný náboj $p_D = 10 \div 20$ MPa

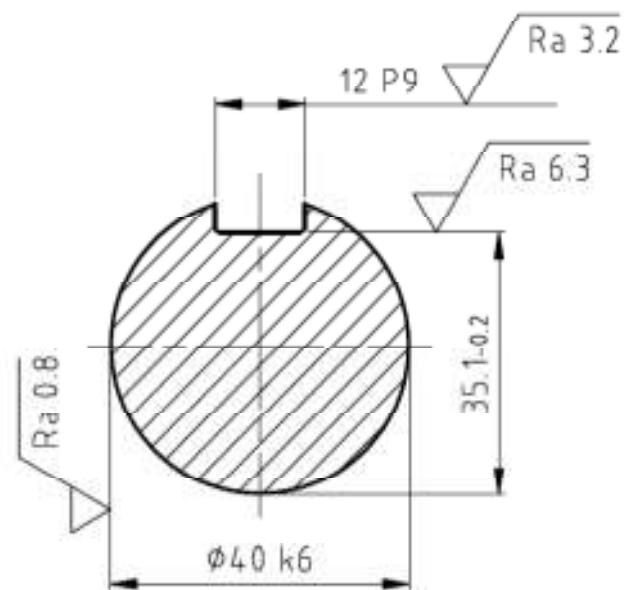
V případě, že tlak ve stykové ploše je příliš velký a není možné zvětšit délku náboje, lze použít dvě pera. Ta mohou být pootočena o 180°, 120° nebo 90°. Únosnost spoje pak bude 1,5krát větší než u spoje s jedním perem.

Kótování drážek pro pero

Úchytky a tolerance drážek pro pero jsou dány normou.



Obr. 6. Drážka pro pero v náboji



Obr. 7. Drážka pro pero v hřídeli

Kontrolní otázky

1. Navrhněte těsné pero, které má sloužit pro spojení hřídele s řemení. Průměr hřídele je 40 mm a spoj má přenášet krouticí moment $M_K = 120 \text{ Nm}$. Délka pera 80 mm, řemenice je vyrobena ze šedé litiny a hřídel z oceli. U navrženého pera proveďte kontrolu na otačení. Dovolenu hodnotu tlaku vyhledejte v ST.
2. Pro navržené pero z předešlého příkladu nakreslete a zakótujte drážku pro pero jak v řemenici, tak v hřídeli.
3. K čemu slouží výměnná pera?
4. Kde je vhodné použít pro spojení hřídele s nábojem kotoučové pero?
5. Charakterizujte spoj hřídele s nábojem pomocí per. Jaké druhy per znáte?

Použitá literatura

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů I: Části strojů*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1977. L13-C2-V-43f/25559.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. DILLINGER, Josef a kol. *Moderní strojírenství: pro školu i praxi*. Vydání první. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
5. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.