



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

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

**Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT**

**Název: Součásti točivého a přímočarého pohybu**

**Téma: Hybný hřídel**

**Autor: Ing. Magdalena Svobodová**

**Číslo: VY\_32\_INOVACE\_14 – 06**

**Anotace:** *Vysvětlení pojmu hybný hřídel, druhy hybných hřídelů. Výpočet hybných hřídelů.  
DUM je určen pro studenty druhého ročníku strojírenských oborů.  
Vytvořeno: leden 2013*

# Hybné (pohonné) hřídele

Hybné hřídele umožňují rotační pohyb a přenos kroutícího momentu a tím i energie. Hybné hřídele jsou poháněny motorem, přes spojku, ozubeným, řetězovým nebo řemenovým převodem (řemenice, řetězová kola, ozubená kola, spojkové kotouče, vačky bývají upevněny přímo na hybných hřídelích). Bývají namáhány krutem a ohybem. Otočné uložení v rámu stroje umožňují ložiska.

Podle tvaru rozdělujeme hybné hřídele na:

- ▶ přímé
- ▶ klikové
- ▶ ohebné
- ▶ duté
- ▶ kloubové

Podle funkce dělíme hybné hřídele na:

- ▶ spojovací
- ▶ hnací
- ▶ předlohové
- ▶ hnané
- ▶ vačkové



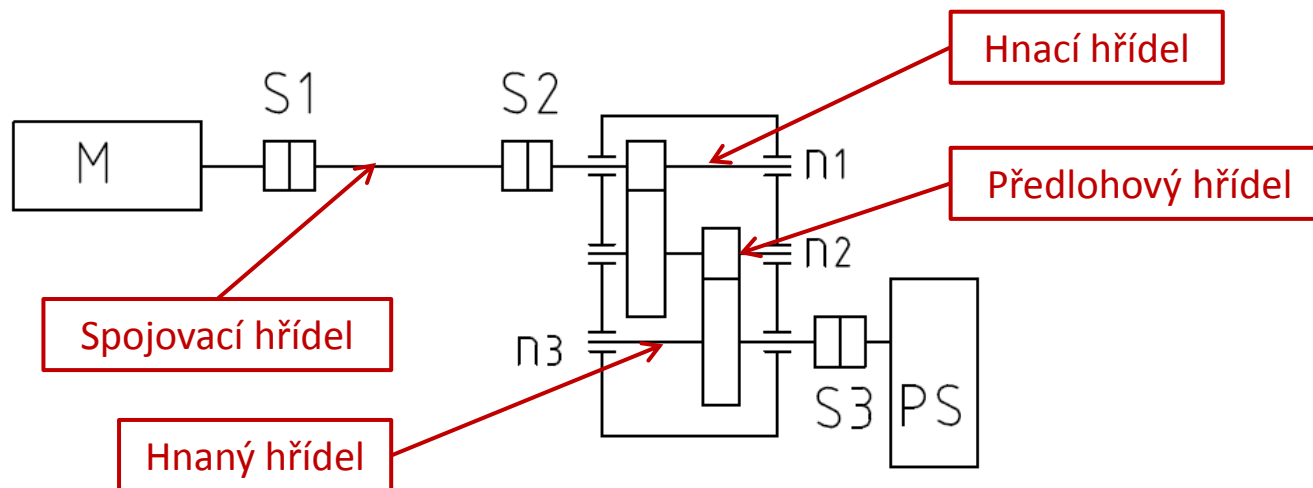
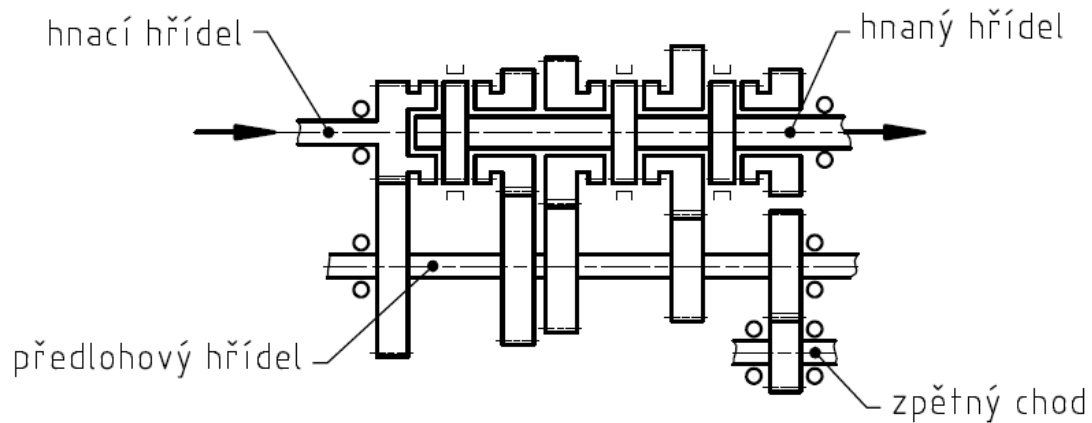
Klikový hřídel [7]



Vačkové hřídele [8]

# Typy hybných hřídelů

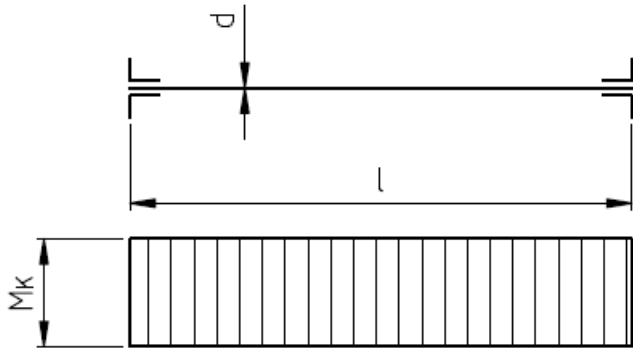
Příklad použití jednotlivých hybných hřídelů v převodovce:



# Výpočet hybných hřídelů

## Spojovací hřídel:

Je zatížen pouze kroutícím momentem.



G	modul pružnosti ve smyku
$J_p$	polární moment průřezu
$M_K$	kroutící moment
$W_K$	modul průřezu v krutu
$d$	průměr hřídele
$l$	délka hřídele
$n$	otáčky hřídele
$\tau_{DK}$	dovolené napětí v krutu
$\varphi$	úhel zkroucení
$\omega$	úhlová rychlost ( $\omega = 2\pi \cdot n$ )

Pevnostní výpočet na krut:

$$M_K = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad W_K = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad \tau_K = \frac{M_K}{W_K} = \frac{16 \cdot M_K}{\pi \cdot d^3} \leq \tau_{DK} \quad d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_K}{\pi \cdot \tau_{DK}}}$$

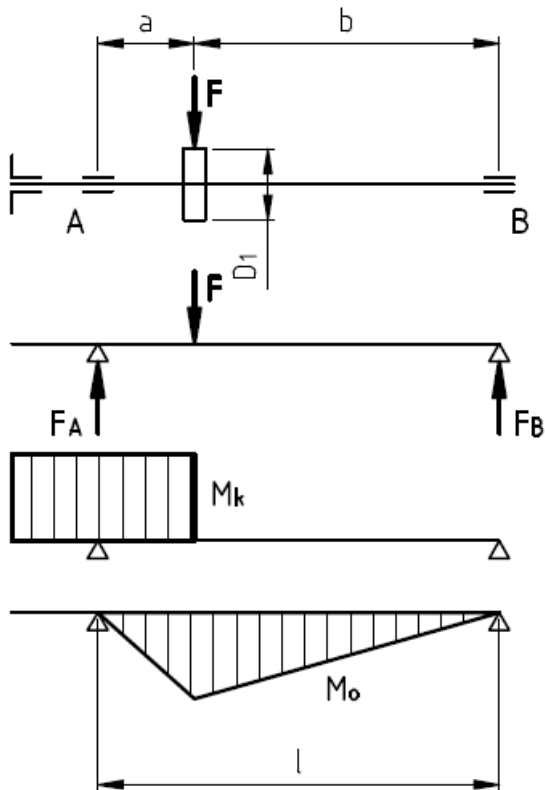
Výpočet hřídele na tuhost v krutu:

$$\varphi = \frac{M_K \cdot l}{G \cdot J_p} \cdot \frac{180}{\pi} \quad \text{Dovolené poměrné zkroucení } \varphi/l = 0,25 \div 1 \text{ (}^\circ \cdot \text{m}^{-1}\text{)}$$

# Výpočet hybných hřídelů

## Hnací a hnaný hřídel:

Je zatížen kroutícím a ohybovým momentem.



$D_1$	průměr ozubeného kola
$F_A, F_B$	reakce v podporách
$G$	modul pružnosti ve smyku
$J_p$	polární moment průřezu
$M_K$	kroutící moment
$W_K$	modul průřezu v krutu
$d$	průměr hřídele
$l$	délka hřídele
$n$	otáčky hřídele
$\tau_{DK}$	dovolené napětí v krutu
$\varphi$	úhel zkroucení
$\omega$	úhlová rychlost ( $\omega = 2\pi \cdot n$ )

Z jednotlivých namáhání v ohybu a krutu je nutné stanovit redukovaný ohybový moment. S pomocí redukovaného ohybového momentu je nutné stanovit průměr hřídele v nebezpečném průřezu.

# Výpočet hybných hřídelů

Hnací a hnaný hřídel:

Zatěžující síla

$$F = \frac{2 \cdot M_K}{D_1}$$

Z rovnováhy momentů a sil je nutné stanovit reakce v podporách A,B.

Z reakcí v podporách a rozpětí ložisek a umístění ozubených kol se vypočítá maximální ohybový moment.

$$M_O = F_A \cdot a$$

Výpočet na kombinované namáhání:

$$M_{ORED} = \sqrt{M_O^2 + 0,75 \cdot (\alpha_B \cdot M_K)^2}$$

Průměr hřídele v nebezpečném průřezu:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{ORED}}{\pi \cdot \sigma_{DO}}}$$

$D_1$	průměr ozubeného kola
$F$	zatěžující síla
$F_A, F_B$	reakce v podporách
$M_O$	maximální ohybový moment
$M_K$	kroučící moment
$M_{ORED}$	redukovaný ohybový moment
$d$	průměr hřídele
$\sigma_{DO}$	dovolené napětí v ohybu
$\alpha_B$	Bachův opravný součinitel



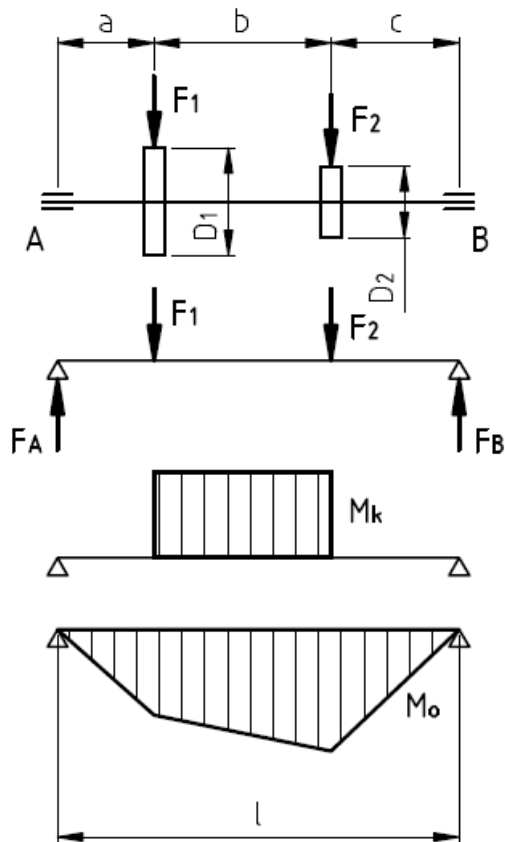
Hřídelové čepy namáhané kombinovaně (ohyb + krut) je nutné počítat stejným způsobem ( $M_{ORED}$ ).

Hřídelové čepy namáhané pouze ohybem se počítají stejně jako čepy nosných hřídelů.

# Výpočet hybných hřídelů

## Předlohový hřídel:

Je zatížen kroutícím a ohybovým momentem. Je tedy nutné provést návrhový i kontrolní výpočet na kombinované namáhání.



$D_1, D_2$	průměr ozubeného kola
$F_A, F_B$	reakce v podporách
$d$	průměr hřídele
$l$	délka hřídele
$n$	otáčky hřídele

Z jednotlivých namáhání v ohybu a krutu je nutné stanovit redukovaný ohybový moment. S pomocí redukovaného ohybového momentu je nutné stanovit průměr hřídele v nebezpečném průřezu. Výpočet průměru hřídele v nebezpečném průřezu je shodný s výpočtem hnacího a hnaného hřídele. Pouze hřídelové čepy se počítají stejně jako u nosných hřídelů (nejsou namáhané kroutícím momentem).

# Tvarované hřídele

Tvar hřídele i jeho odstupňování se řídí podle pevnostních podmínek a podle vnitřních průměrů připojených součástí (ozubených kol, ložisek, těsnění i spojek). Dále musí být zohledněno pořadí montáže.

V místě skokové změny je hřídel vrubově namáhán, to vede ke snížení jeho trvanlivosti a provozní spolehlivosti.

Vliv vrubů lze zmírnit:

- ▶ Konstrukčními úpravami hřídelů (vhodná zaoblení...)
- ▶ Zvýšením meze únavy povrchové vrstvy materiálu:
  - ▶ válečkováním
  - ▶ kuličkováním
  - ▶ cementováním
  - ▶ nitridováním
  - ▶ povrchovým kalením



Tvarované hřídele [9]

# Kontrolní otázky

---

- ▶ Jak dělíme hybné hřídele?
- ▶ Uveďte vztahy pro výpočet předlohového hřídele.
- ▶ Nakreslete průběh krouticího a ohybového momentu pro hnací a hnaný hřídel.
- ▶ Napište vztahy pro výpočet spojovacího hřídele.

# Použitá literatura

---

1. KRÍŽ, 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: VUTIUUM, 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.
6. [cit. 2012-12-20] <http://nahledy.normy.biz/images/00524-1.png>
7. [cit. 2012-12-20] <http://www.zetor-shop.cz/userdata/products/419/78003001.jpg>
8. [cit. 2013-01-07]  
[http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAJsc3exagVv\\_Q83CUtjRmPgXGw\\_PZ9h-jBuhUf6Lh1riiIa66v2pPOAQF](http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAJsc3exagVv_Q83CUtjRmPgXGw_PZ9h-jBuhUf6Lh1riiIa66v2pPOAQF)
9. [cit. 2013-01-07] <http://www.probo-nb.cz/files/images/60534.jpg>