**„EU peníze školám“**

**Projekt DIGIT – digitalizace výuky na ISŠTE Sokolov**

**reg.č. CZ.1.07/1.5.00/34.0496**

|  |  |
| --- | --- |
| **III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT** | **VY\_32\_INOVACE\_5\_1\_06** |
| **Název vzdělávacího materiálu** | Výpočty nosných a hybných hřídelů |
| **Jméno autora** | Ing. Kateřina Mizerová |
| **Tematická oblast** | Hřídele a uložení |
| **Vzdělávací obor** | **23-45-M/01 Dopravní prostředky** |
| **Předmět** | Části strojů a mechanismy |
| **Ročník** | 2. |
| **Rozvíjené klíčové kompetence** | Znalost strojních součástí a aplikace základních fyzikálních výpočtů |
| **Průřezové téma** | Funkce hřídelů a jejich částí, výpočty, součásti uložené na hřídeli |
| **Časový harmonogram** | 1 vyučovací hodina |
| **Použitá literatura a zdroje** | Leinveber, J., Vávra, P.: Strojnické tabulky, Úvaly, ALBRA, 2008, ISBN 80- -86490-74-2. |
| **Pomůcky a prostředky** | Dataprojektor, vizualizér |
| **Anotace** | Popis, funkce, druhy a použití hřídelů  a jejich částí. Základní výpočty hřídelů a jejich částí. Uložení hřídelů v sestavě a popis, funkce, druhy a základní výpočty součástí spojených s hřídelem k přenosu či umožnění otáčivého pohybu hřídele. |
| **Způsob využití výukového materiálu ve výuce** | Výklad, cvičení (výpočty) |
| **Datum (období) vytvoření vzdělávacího materiálu** | Září 2013 |

*Tento výukový materiál je plně v souladu s Autorským zákonem (jsou zde dodržována všechna autorská práva). Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je ing. Kateřina Mizerová.*

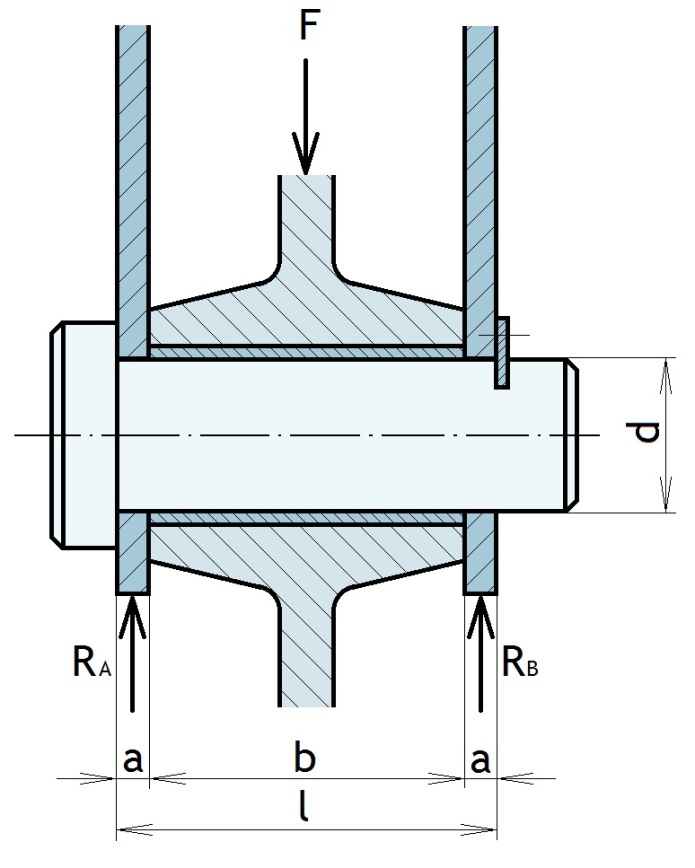
**Výklad**

**Výpočty nosných a hybných hřídelů**

1. ***Výpočet nosného hřídele***

Protože nosné hřídele nepřenášejí žádný krouticí moment, jsou namáhány na ohyb a v místě upevnění dalších součástí na otlačení.

* 1. ***Nosný hřídel s pevnou osou (hřídel pevně uložený v rámu)***

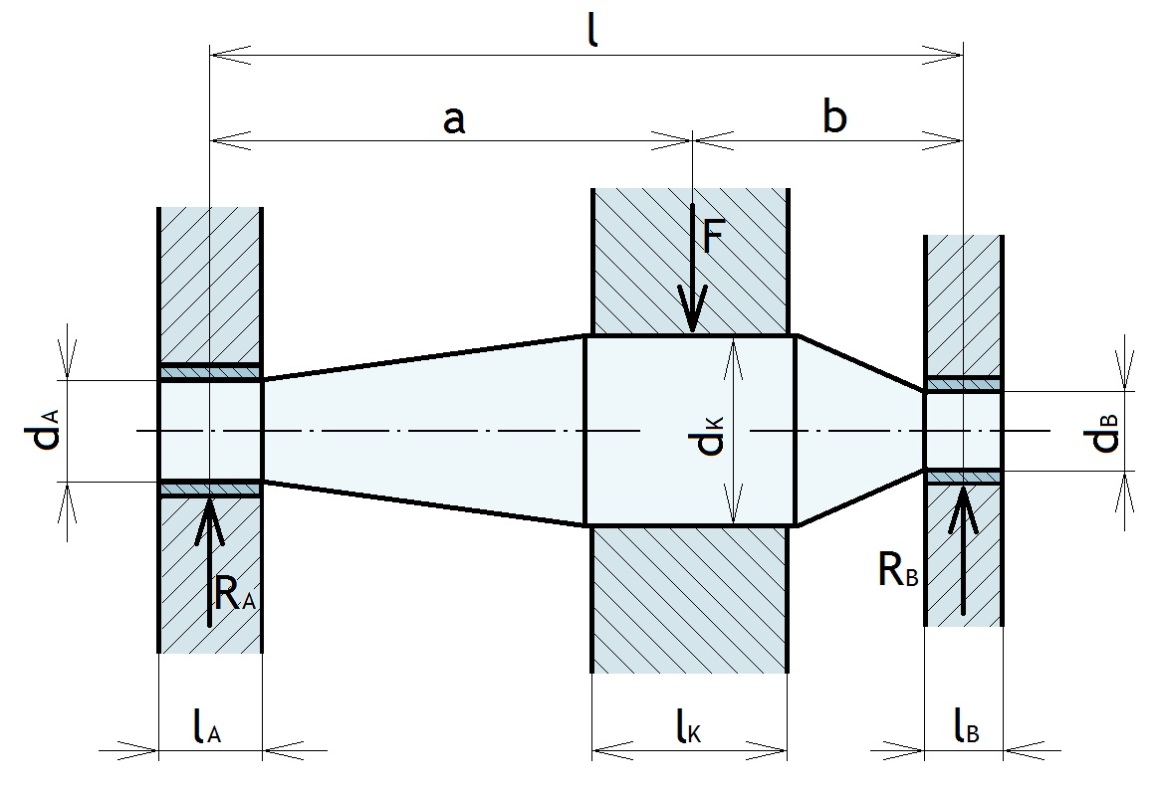
******

* **Namáhání na ohyb:**

1. Podle obrázku z rovnovážných rovnic určíme vazbové síly a
2. Vypočítáme maximální ohybový moment, který se nachází ve středu hřídele
3. Z největšího ohybového napětí vypočítáme průměr hřídele

* **Otlačení:**

1. Tlak pod kotoučem
2. Tlak v ložiskách rámu
   1. ***Nosný hřídel s otočnou osou (hřídel uložený pohyblivě)***

******

* **Namáhání na ohyb:**

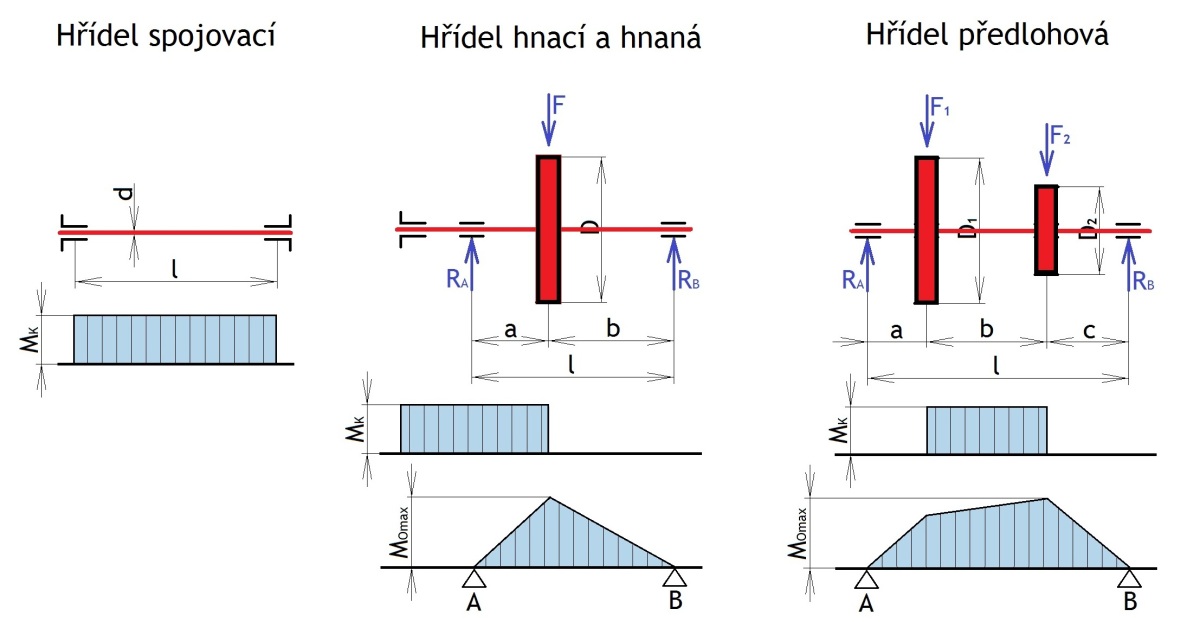
1. Podle obrázku z rovnovážných rovnic určíme vazbové síly a
2. Vypočítáme maximální ohybový moment, který se nachází ve vzdálenosti *a* od ložiska A
3. Z největšího ohybového napětí vypočítáme průměr hřídele pod kotoučem
4. Navrhneme průměry hřídelových čepů v ložiscích A a B

* **Otlačení:**

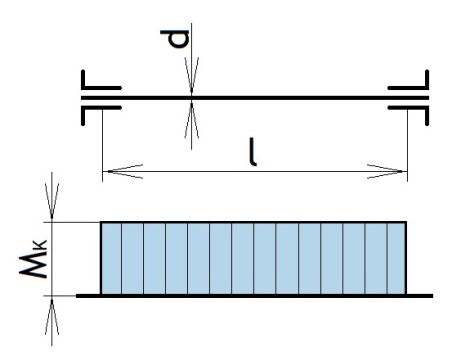
Tlak pod kotoučem

1. ***Výpočet hybného hřídele***

Hybné hřídele jsou vždy namáhány krut a podle typu hřídele (spojovací, hnaný, hnací, předlohový), podle počtu a umístění dalších zatěžujících součástí i na ohyb.

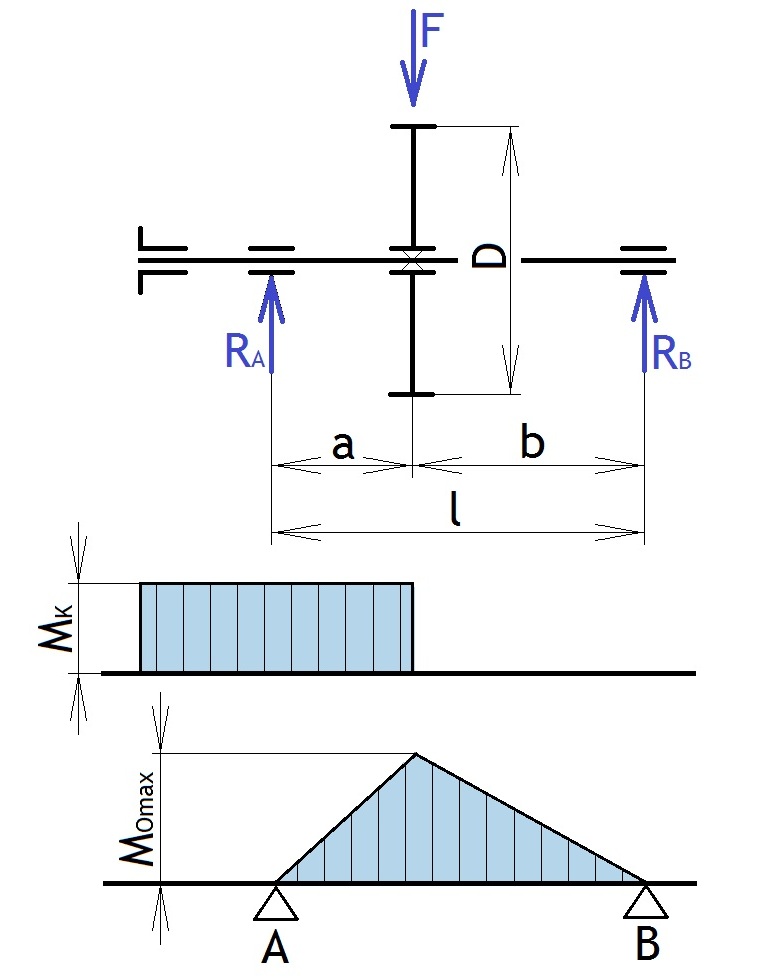


* 1. ***Hybný hřídel – spojovací (namáhaný pouze na krut)***

******

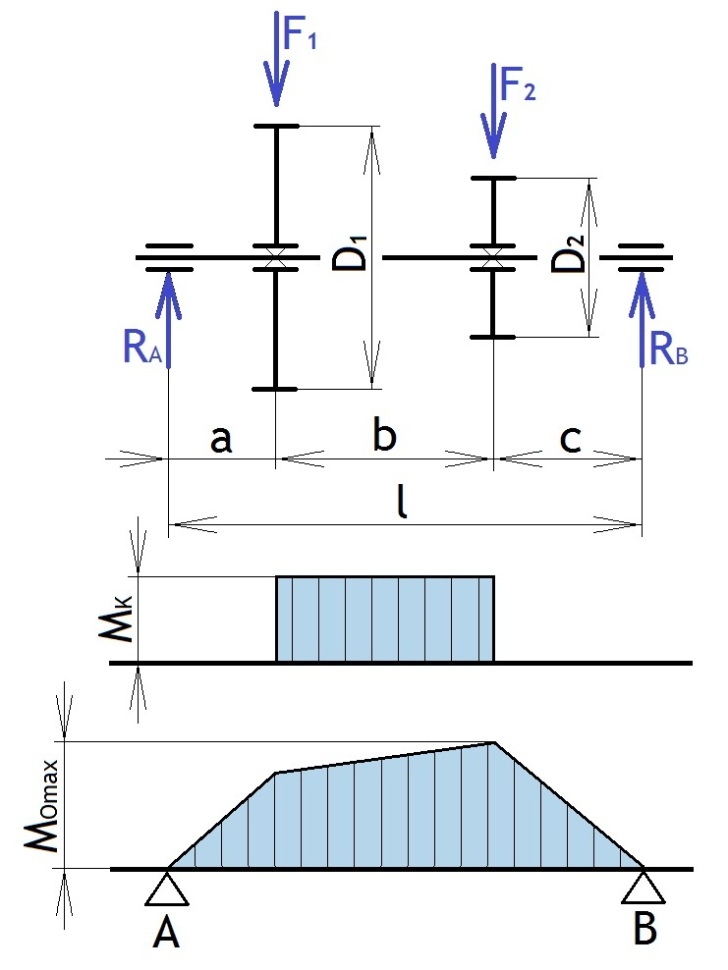
Návrh průměru hřídele namáhaným na krut se provádí podobným způsobem jako při návrhu průměru čepu namáhaným na ohyb

* 1. ***Hybný hřídel – hnací a hnaný (namáhaný na krut a na ohyb)***

******

Pro kombinované namáhání je nutné stanovit redukovaný ohybový moment.

1. Z krouticího momentu určíme zatěžující sílu
2. Podle obrázku z rovnovážných rovnic určíme vazbové síly a
3. Vypočítáme maximální ohybový moment, který se nachází ve vzdálenosti   
   *a* od ložiska A.
4. Pro kombinované namáhání je dáno redukované napětí, které je součtem vektorů namáhání na krut a ohyb. Větší vliv na toto napětí má namáhání na krut. Je zde také zaveden Bachův opravný součinitel, který eliminuje vliv střídavého pohybu a zatížení při otáčení.
5. Po dosazení do rovnice získáme redukovaný ohybový moment.
6. Dále dosadíme redukovaný ohybový moment do rovnice pro výpočet napětí   
   a vyjádříme průměr v kritickém místě.
   1. ***Hybný hřídel – předlohový (namáhaný na krut a na ohyb)***

******

Výpočet je prováděn stejným způsobem jako u hnaného a hnacího hřídele. Rozdíl je především v počtu a rozložení zatěžujících sil v místech umístění ozubených kol.

**Cvičení**

**Výpočet předlohového hřídele**

Navrhněte průměr předlohového hřídele v nebezpečném průřezu (v místě, kde je největší zatížení a mohlo by dojít k deformaci).

Výkon je 3,5 kW, otáčky 15 za sekundu, průměry kol jsou 160 a 60 mm, délka hřídele je 300 mm, vzdálenosti kol od rámu a od sebe jsou stejné (kola leží v 1.   
a 2. třetině), materiál hřídele je 11 600, zatížení je střídavý ohyb a krut.

*Řešení:*

1. Z výkonu a otáček určíme krouticí moment
2. Z krouticího momentu určíme zatěžující síly
3. Podle obrázku z rovnovážných rovnic určíme vazbové síly a
4. Vypočítáme maximální ohybový moment, který se nachází podle obrázku   
   ve vzdálenosti *c* od podpěry B
5. Pro kombinované střídavé zatížení předpokládáme *Bachův opravný součinitel* a po dosazení do rovnice získáme redukovaný ohybový moment
6. Dále dosadíme redukovaný ohybový moment do rovnice pro výpočet napětí   
   a vypočítáme a zaokrouhlíme na typizovaný průměr v kritickém místě.