

6KT

KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ - PŘEVODY

Uložení satelitů planetového převodu

Josef Frýza

fryza@fme.vutbr.cz

A2/403

Ústav konstruování

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

6. cvičení





Náplň šestého cvičení

Bezpečnost ozubení v ohybu a v dotyku

Časový harmonogram	
T.	Část výpočtu
5.	Pevnostní kontrola ozubení v ohybu
6.	Dimenzování ozubení s ohledem na požadovanou bezpečnost v dotyku a ohybu
	Stanovení silového působení v uložení satelitů
	Návrh čepu pro uložení satelitů



Kontrolní list		
T.	Parametr	
4.	Bezpečnost v dotyku (centrální kolo)	S_{H1}
	Bezpečnost v dotyku (satelit)	S_{H2}
5.	Bezpečnost v ohybu (centrální kolo)	S_{F1}
6.	Radiální síla v uložení satelitu	F_{tU}
	Průměr čepu satelitu	$d_{2č}$



Dimenzování ozubení s ohledem na bezpečnost

Volené hodnoty ovlivňující bezpečnost v dotyku a ohybu

- Modul ozubení m_n
- Počet satelitů a_K
- Šířka ozubení b_{12}
- Tvrdost kol H_1, H_2

$$S_H = \frac{\sigma_{Hlim} Z_{NT}}{\sigma_H} Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X$$

$$S_F = \frac{\sigma_{FE} Y_{NT}}{\sigma_F} Y_{\delta relT} Y_{RrelT} Y_X$$

<i>Bezpečnost v dotyku S_{H1} a S_{H2}</i>	<i>Maximální počet bodů z výpočtu</i>
1,1 - 1,3	25
1,3 - 1,5	23
1,5 - 1,75	21
1,75 - 1,9	19
1,9 - 2,1	15

Bezpečnost v ohybu S_{F1} a S_{F2}

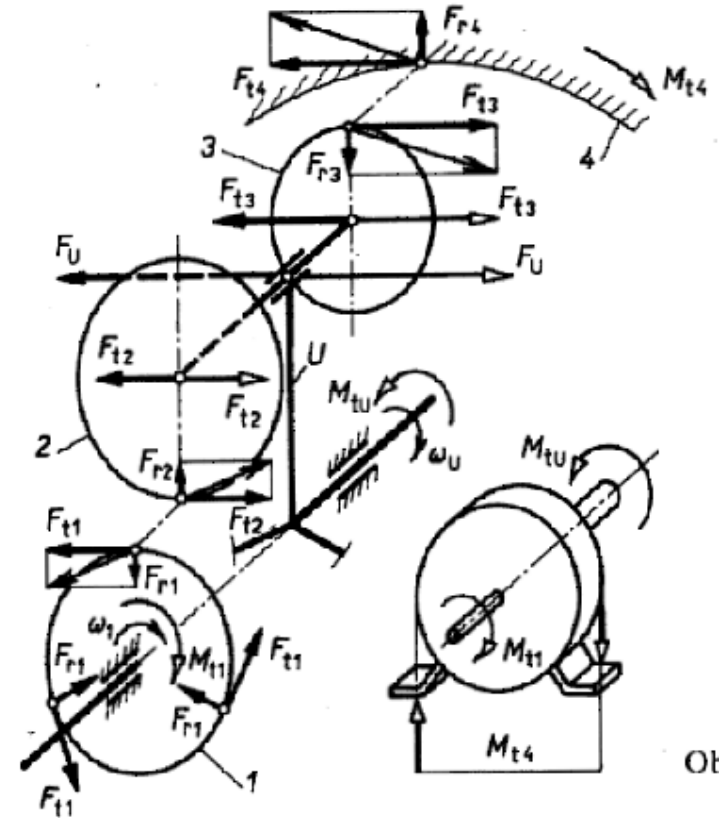
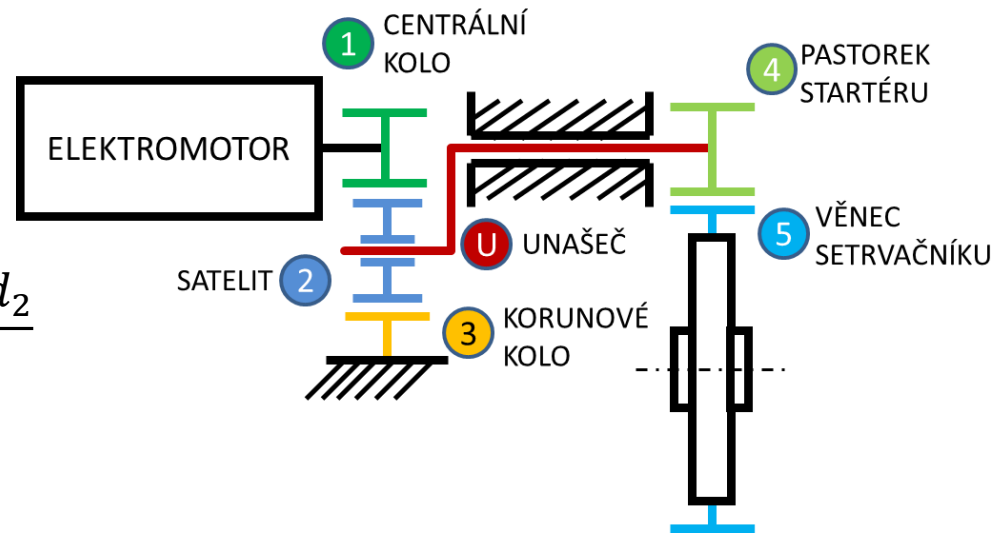
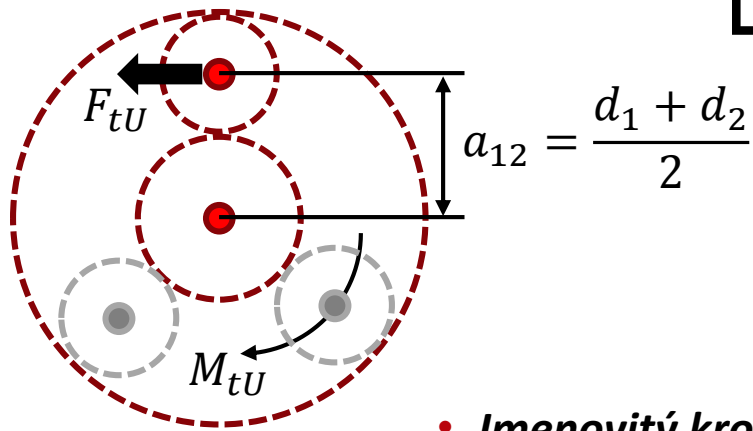
1,5 - 2,5	<i>velmi dobré</i>
2,5 - 3,5	<i>dobré</i>
3,5 - 4,5	<i>dostačující</i>
> 4,5	<i>konzultace</i>



Uložení satelitů planetového převodu startéru

Silové působení v místě uložení

- Síly působící od ozubení jsou zanedbatelné – vzájemně se ruší
- Jediná zátěžná síla čepu vzniká přenášeným momentem/výkonem



- **Jmenovitý kroutící moment na ramenu unašeče** $M_{tU} = \frac{M_4}{a_K}$

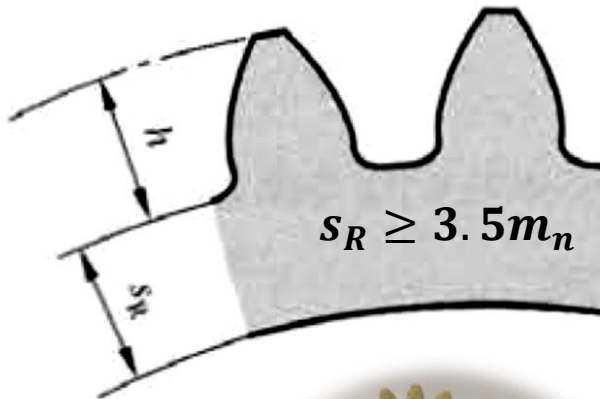
- **Radiální síla v uložení čepu** $F_{tU} = \frac{M_{tU}}{a_{12}}$



Uložení satelitů planetového převodu startéru

Volba průměru a materiálu čepu

- Maximální průměr čepu limitován tloušťkou věnce satelitu a tloušťkou stěny kluzného pouzdra

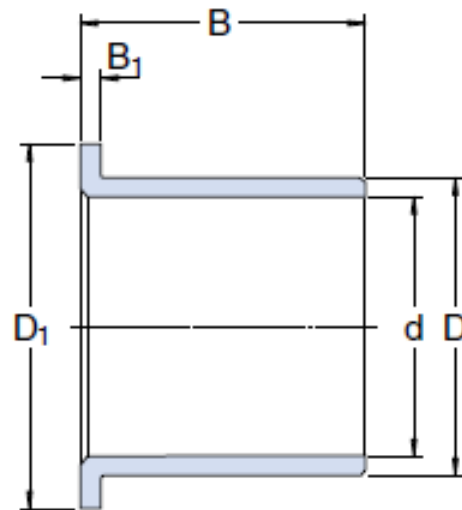


$$d_{\check{c}_{max}} \cong d_{f2} - 2(3.5m_n) - (D_{pouzdro} - d_{pouzdro})$$

- Materiál čepu volit z tab. A-21a, str. 1127-1128



- **Kontrola čepu na střih** (pro $d_{\check{c}} \leq 4\text{mm}$)
- **Kontrola čepu na otláčení** (dovolené tlaky viz tab. 18-8, str. 1081)





Uložení satelitů planetového převodu startéru

Volba materiálu kluzného pouzdra s mezním mazáním a jeho kontrola

- Doporučeno volit pouzdro z mosazi plněné pevným mazivem Oiles 500 ([odkaz](#))
- Je možné volit pouzdra přímo z katalogů výrobců



(str. 705, tab. 12-8 až 12-12)

materiál ložiska	dovolené měrné zatížení (MPa)	dovolená teplota (°C)	dovolená obvodová rychlost čepu (m·s ⁻¹)	dovolená hodnota (p _m v) _D (MPa·m·s ⁻¹)
litý bronz	30	160	8	1,75
pórovitý bronz	30	65	8	1,75
pórovité železo	55	65	4	1,75
fenoloplast	40	95	13	0,50
nylon	7	95	5	0,10
teflon	3	260	0,5	0,04
zpevněný teflon	17	260	5	0,40
teflonová tkanina	420	260	0,3	0,90
delrin	7	80	5	0,10
grafit	4	400	13	0,50
pryž	0,4	65	20	-
dřevo	14	65	10	0,50

materiál ložiska	součinitel opotřebení k (10 ⁻⁴ ·mm ³ ·s·N ⁻¹ ·m ⁻¹ ·h ⁻¹)	dovolená hodnota (p _m v) _D (MPa·m·s ⁻¹)
Oiles 500 ^o	0,42	1,64
kopolymer acetal (POM)	35,4	0,17
homopolymer acetal (POMH)	42,6	0,10
nylon (PA66)	142	0,07
nylon (PA66) + 15 % PTFE	9,6	0,24
nylon (PA66) + 15 % PTFE + 30 % skleněných vláken	11,4	0,35
nylon (PA66) + 2,5 % MoS ₂	142	0,07
nylon (PA6)	142	0,07
polykarbonát (PC) + 15 % PTFE	52,8	0,24
spékany bronz	71,4	0,30
fenol + 25 % skleněných vláken	5,7	0,40



Uložení satelitů planetového převodu startéru

Volba materiálu kluzného pouzdra s mezním mazáním a jeho kontrola (str. 705, tab. 12-8 až 12-12)

- Je nutné zkontrolovat:
 - **Hodnota součinu $p_m v$** (dovolená hodnota dána výrobcem) Příklad 12-7, str. 708
 - $p_m v$ nezáví na průměru čepu d , v případě nesplnění podmínky potřeba větší počet satelitů
 - **Kluzná (obvodová) rychlost $v_{\check{c}}$** (dovolená hodnota dána výrobcem)
 - **Nárůst teploty maziva t_{av}** (tepelná bilance ložiska)
 - **Lineární opotřebení pouzdra $w_{\check{c}} = f_1 f_2 k_p p_{\max} v_{\check{c}} L_h$**
- Dovolená hodnota opotřebení je volbou konstruktéra, nicméně musí zaručit bezproblémový chod!
- Rozměrový poměr ložiska $0,5 \leq l/d \leq 2$
- Dovolené hodnoty zkontrolovat s katalogem výrobce již pro konkrétní ložisko



$$w_D \approx 1,5(f_{pe} - \gamma_\alpha)$$

V případě nevyhovění kluzných ložisek nutné volit ložiska valivá!

Děkuji vám za pozornost

Josef Frýza

fryza@fme.vutbr.cz

<http://uk.fme.vutbr.cz/>