

6KT

KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

PŘEVODY

Návrh výstupního hřídele

Radovan Galas

galas@fme.vutbr.cz

A2/403

Ústav konstruování

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

6. cvičení



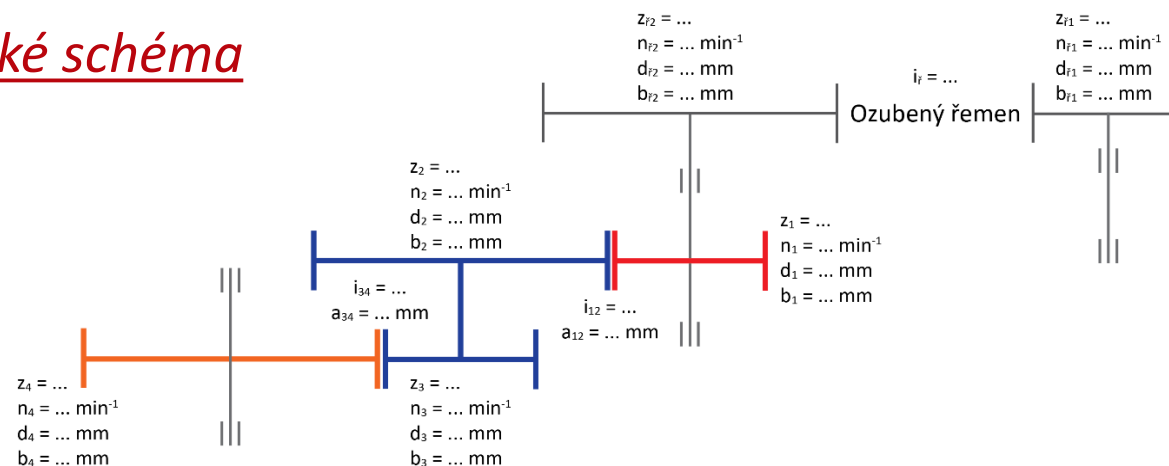
Institute of Machine
and Industrial Design

Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_{eT}, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Kinematické schéma



Materiál hřídel (tabulka A-21a, str. 1 127 – 1 128)

Tab. A-21a

Mechanické charakteristiky vybraných českých ocelí.

vybrané oceli k zušlechťování										
1.1180	12 040.6	30	540	325	22	39	223	210	270	160
1.1191	12 050.6	40	640	390	20	23	269	240	310	185
1.1203	12 060.6	30	690	410	16	18	269	270	360	225
1.1170	13 141.6	40	690	490	15	42	271	250	330	205
1.5069	14 240.6	40	740	530	16	60	285	300	360	210
1.2307	15 230.6	250	780	635	12	16	302	370	450	265

Mez pevnosti $R_m =$

Mez kluzu $R_e =$

Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_{e}, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Silové působení v ozubení

Krouticí moment

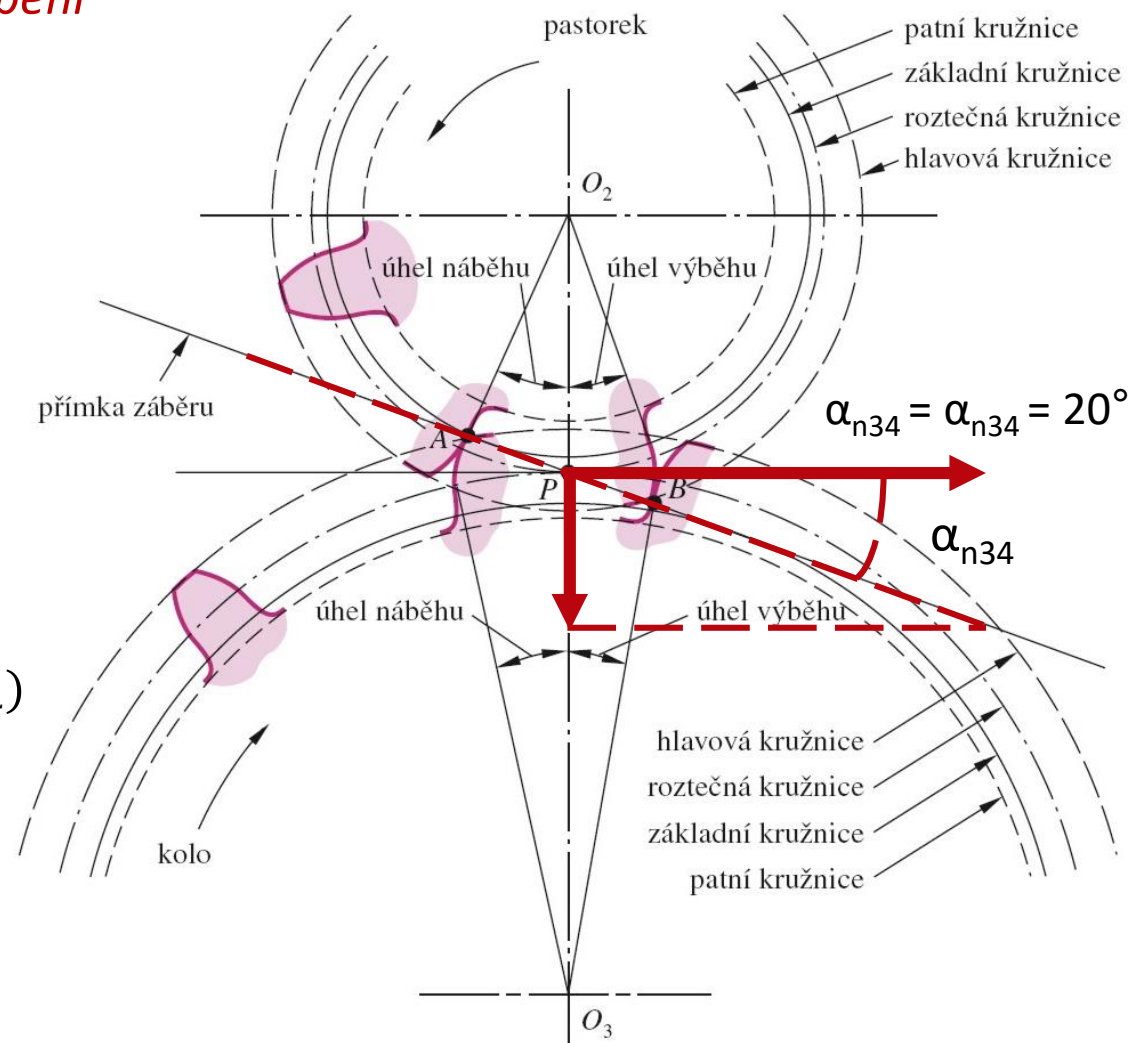
$$M_{k4} = \frac{P_j}{2\pi n_4}$$

Obvodová síla

$$F_{t4} = \frac{2M_{k4}}{d_4}$$

Radiální síla

$$F_{r4} = F_{t4} \tan(\alpha_{n34})$$



Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	$R_{e\sigma}, R_m$
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Silové působení v ozubení

Krouticí moment

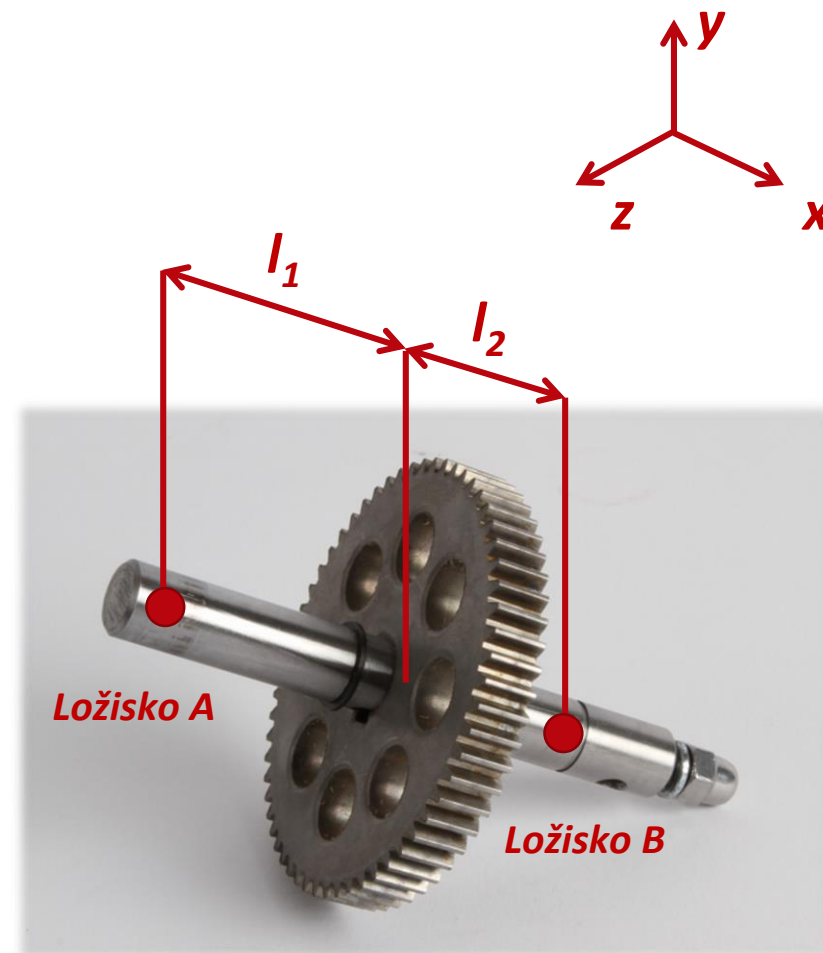
$$M_{k4} = \frac{P_j}{2\pi n_4}$$

Obvodová síla

$$F_{t4} = \frac{2M_{k4}}{d_4}$$

Radiální síla

$$F_{r4} = F_{t4} \tan(\alpha_{n34})$$



- Volba vzdáleností l_1, l_2

Návrh a kontrola výstupního hřídele

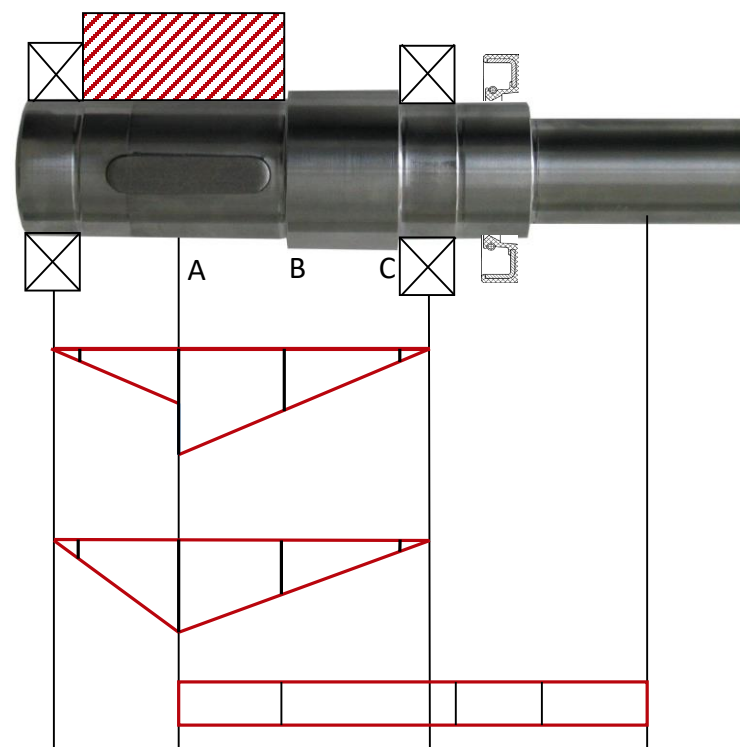
Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_{eT}, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Úkoly pro 6. týden

Postup při návrhu hřídele

- 1) Volba délkových rozměrů hřídele
- 2) Výpočet reakcí (rovnice statické rovnováhy)
- 3) VVÚ



Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_e, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Postup při návrhu hřídele

- 1) Volba průměru hřídele a ložiskových vzdáleností
- 2) Výpočet reakcí (rovnice statické rovnováhy)
- 3) VVÚ
- 4) Výpočet průměru z redukovaného napětí ($HMH, \max \tau$), $k_n = ?$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{o, max}^2 + 4\tau_{k, max}^2}$$

- 5) Průměr standardizovat dle tab. A-17, str. 1120

Tab. A-17

Normální délkové rozměry (mm) ^a
0,05; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1,0; 1,1; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 8,0; 9,0; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 120; 140; 160; 180; 200; 250; 300

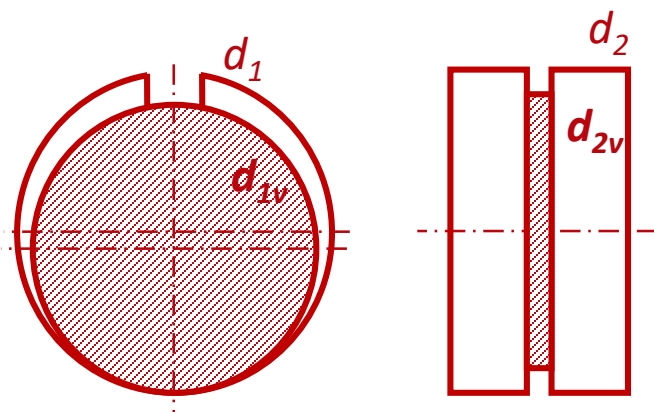
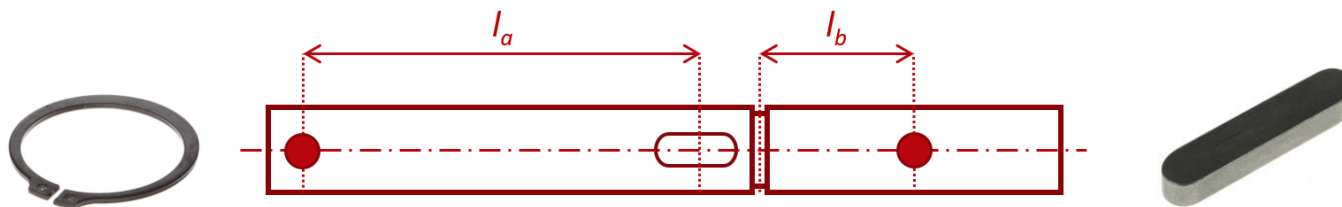
Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_{eT}, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Postup při návrhu hřídele

6) Volba třech nebezpečných míst na hřídeli (drážka pro pojistný kroužek, drážka pro pero, zápich, změna průměrů, otvor...)

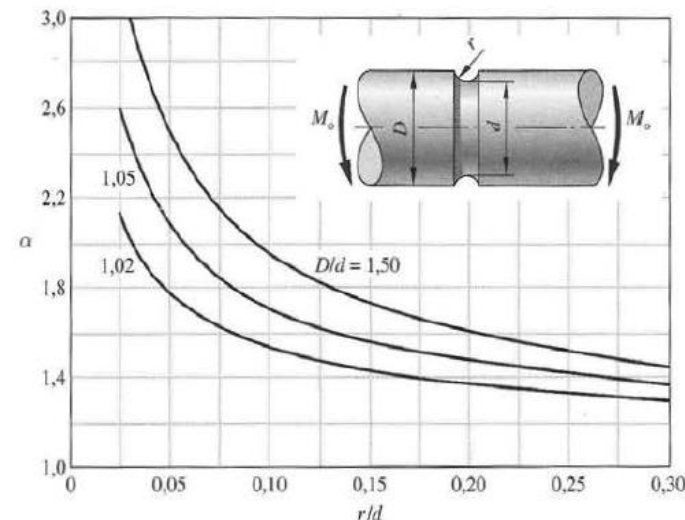


$$\alpha_\sigma = 5$$

$$\alpha_\tau = 3$$

$$\alpha_\sigma = 1.8$$

$$\alpha_\tau = 3.2$$



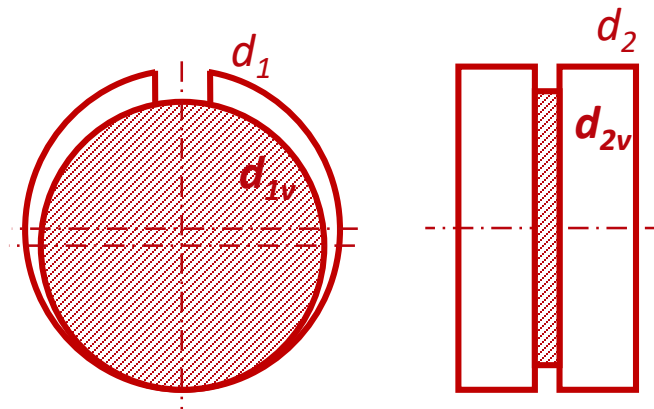
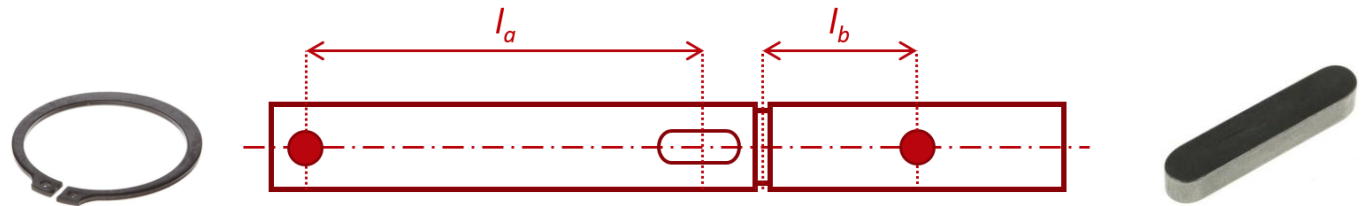
Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_{eT}, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Postup při návrhu hřídele

6) Volba třech nebezpečných míst na hřídeli (drážka pro pojistný kroužek, drážka pro pero, zápich, změna průměrů, otvor...)

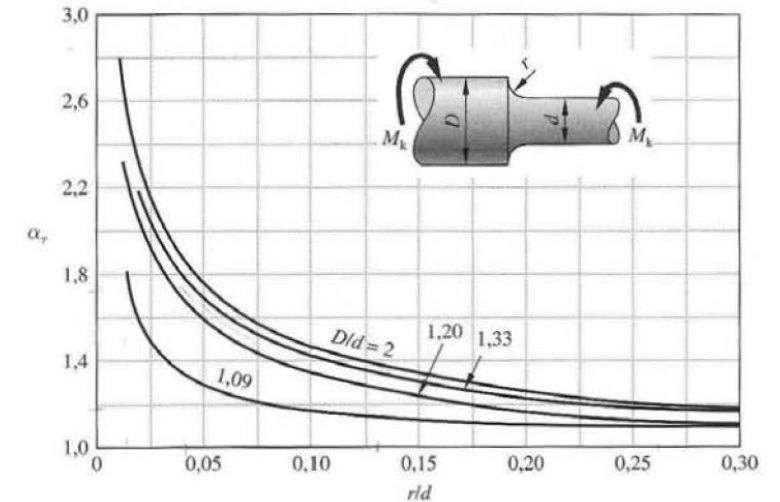


$$\alpha_\sigma = 5$$

$$\alpha_\tau = 3$$

$$\alpha_\sigma = 1.8$$

$$\alpha_\tau = 3.2$$



Návrh a kontrola výstupního hřídele

Úkoly pro 6. týden

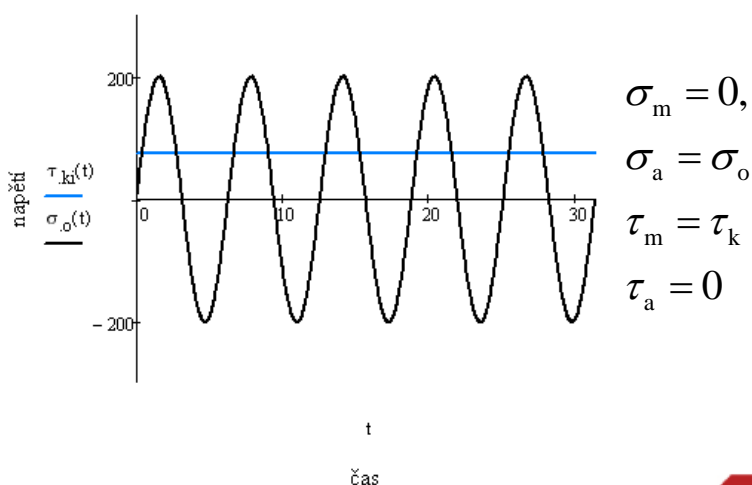
Kontrolní list		
Týden	Parametr	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	Materiál výstupního hřídele	R_e, R_m
	Návrh průměru hřídele dle MSP	d_{MSP}
	Návrh průměru hřídele dle MSÚ	$d_{MSÚ}$
	Bezpečnost vůči MSP (1)	k_1
	Bezpečnost vůči MSP (2)	k_2
	Bezpečnost vůči MSP (3)	k_3
	Bezpečnost vůči MSÚ (1)	k_{u1}
	Bezpečnost vůči MSÚ (2)	k_{u2}
	Bezpečnost vůči MSÚ (3)	k_{u3}

Postup při návrhu hřídele

- 6) Výpočet bezpečnosti v nebezpečných místech vzhledem k MSP (nezapomenout na součinitele tvaru)

$$\sigma_{o, \max} = \frac{32M_o}{\pi d^3} \alpha_\sigma \quad \tau_{k, \max} = \frac{16M_k}{\pi d^3} \alpha_\tau \quad \sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{o, \max}^2 + 4\tau_{k, \max}^2}$$

- 7) Výpočet bezpečnosti v nebezpečných místech vzhledem k MSÚ (nezapomenout na součinitele vrubu, redukované střední napětí a redukované napětí amplitudy)



Tvar vrubu	\sqrt{a} ($\sqrt{\text{mm}}$) R_m (MPa)	\sqrt{a} ($\sqrt{\text{in}}$) R_m (kpsi)
průchozí otvor	$174/R_m$	$5/R_m$
osazení	$139/R_m$	$4/R_m$
drážka	$104/R_m$	$3/R_m$

kritérium

- Soderbergovo, teorie maximálního smykového napětí
- Goodmanovo, teorie měrné energie napjatosti změny tvaru
- ASME, teorie měrné energie napjatosti změny tvaru.
- Gerber, teorie měrné energie napjatosti změny tvaru

Děkuji vám za pozornost

Radovan Galas

galas@fme.vutbr.cz

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



Institute of Machine
and Industrial Design