

6KT

KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

PŘEVODY

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Radovan Galas

galas@fme.vutbr.cz

A2/403

Ústav konstruování

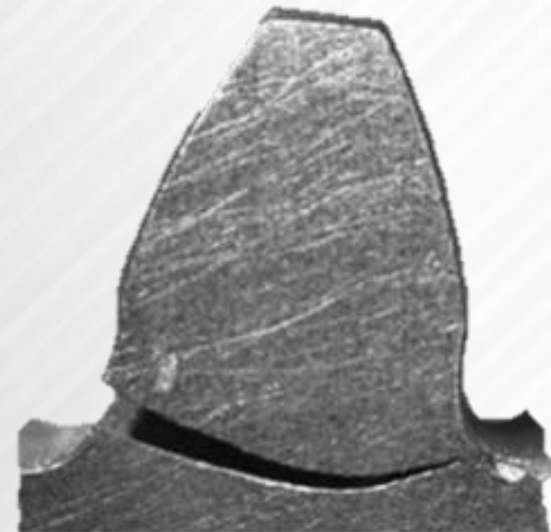
Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

4. cvičení



Institute of Machine
and Industrial Design



Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Připustné napětí v ohybu v patě zubu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{FP1} = \frac{\sigma_{FE1} Y_{NT1}}{S_{Fmin}} Y_X Y_{\delta relT} Y_{RrelT}$$

$$\sigma_{FP2} = \frac{\sigma_{FE2} Y_{NT2}}{S_{Fmin}} Y_X Y_{\delta relT} Y_{RrelT}$$

$$S_{Fmin} = 1$$

Mez únavy v ohybu referenčního ozubeného kol pro pastorek a kolo

$$\sigma_{FE1} = \sigma_{Flim1} Y_{ST} \quad \sigma_{FE2} = \sigma_{Flim2} Y_{ST}$$

- Součinitel koncentrace napětí pro referenční ozubené kolo $Y_{ST} = 2$

Součinitel počtu cyklů pro pastorek a kolo Graf 14-23 (str. 828)

$$Y_{NT1} \quad Y_{NT2}$$

- Pro neomezenou životnost lze uvažovat $Y_{NT1} = Y_{NT2} = 1$

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Připustné napětí v ohybu v patě zubu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{FP1} = \frac{\sigma_{FE1} Y_{NT1}}{S_{Fmin}} Y_X Y_{\delta relT} Y_{RrelT}$$

$$\sigma_{FP2} = \frac{\sigma_{FE2} Y_{NT2}}{S_{Fmin}} Y_X Y_{\delta relT} Y_{RrelT}$$

$$S_{Fmin} = 1$$

Součinitel velikosti

$$Y_X = 1$$

- Pro oceli je-li modul $m < 5$

Poměrný součinitel vrubové citlivosti

$$Y_{\delta relT} = 1 \text{ nebo } 0,8$$

- Podmínka str. 829

Součinitel drsnosti v oblasti patního přechodu zubu

$$Y_{RrelT} = 1 \text{ nebo } 0,9$$

- Volit dle R_{zISO} ($R_{zISO} = 6R_a$) viz str. 814.

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Nominální napětí v ohybu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{F01} = \frac{F_{t1}}{b_2 m_{12}} Y_{Fa1} Y_{Sa1} Y_\epsilon Y_\beta$$

$$\sigma_{F02} = \frac{F_{t1}}{b_2 m_{12}} Y_{Fa2} Y_{Sa2} Y_\epsilon Y_\beta$$

Součinitel tvaru zubu při působení síly na špičku zubu graf 14-17 (str. 823)

$$Y_{Fa1}, Y_{Fa2} \quad z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta_{12}} \quad z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta_{12}}$$

- Voleno dle posunutí ($x_{1,2}=0$) a počtu zubů virtuálního kola.

Součinitel koncentrace napětí při působení síly na špičku zubu

$$Y_{Sa1}, Y_{Sa2} \quad \text{graf 14-18 (str. 824)}$$

- Voleno dle posunutí ($x_{1,2}=0$) a počtu zubů virtuálního kola.

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ε
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Nominální napětí v ohybu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{F01} = \frac{F_{t1}}{b_2 m_{12}} Y_{Fa1} Y_{Sa1} Y_\varepsilon Y_\beta$$

$$\sigma_{F02} = \frac{F_{t1}}{b_2 m_{12}} Y_{Fa2} Y_{Sa2} Y_\varepsilon Y_\beta$$

Součinitel vlivu záběru profilu

$$Y_\varepsilon = 0,25 + \frac{0,75}{\varepsilon_\alpha} \cos^2 \beta_b$$

• β_b je úhel sklonu zubu na základní válci

Součinitel sklonu zubu

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120^\circ}$$

• Pro přímé zuby platí: $\beta = 0$

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Napětí v ohybu v patě zubu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F01} K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F02} K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha}$$

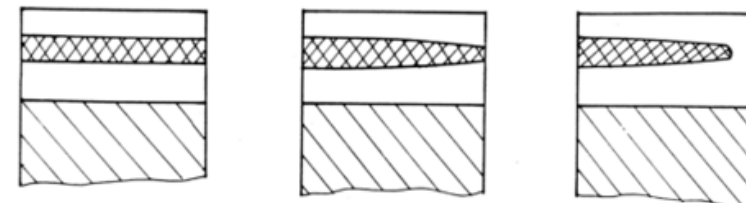
Součinitel vnějších dynamických sil $K_A =$ zadáno

Součinitel vnitřních dynamických sil $K_V =$ viz cvičení č. 3

Součinitel nerovnoměrnosti zatížení zubu po šířce pro ohyb

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}^{N_F}$$

$$N_F = \frac{\left(\frac{b_2}{h}\right)^2}{1 + \frac{b_2}{h} + \left(\frac{b_2}{h}\right)^2}$$



kde $h = h_a + h_f = 2.25 m_{12}$

Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Napětí v ohybu v patě zubu pro pastorek a kolo

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F01} K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha}$$

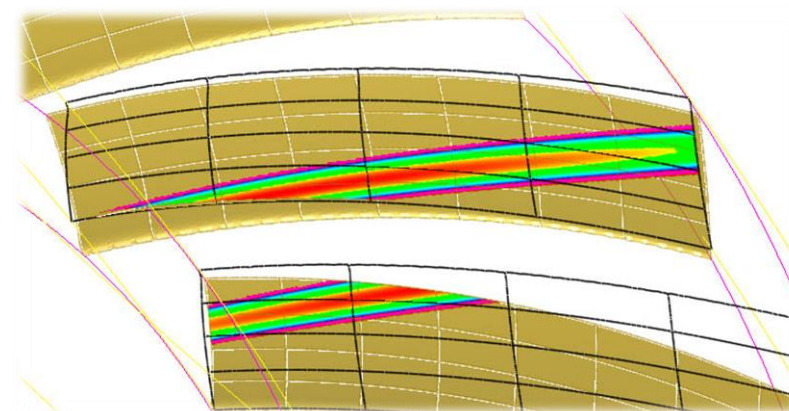
$$\sigma_{F2} = \sigma_{F02} K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha}$$

Součinitel podílu zatížení jednotlivých zubů pro ohyb

$$\epsilon_\gamma \leq 2, \quad \frac{\epsilon_\gamma}{\epsilon_\alpha Y_\epsilon}$$

$$\epsilon_\gamma > 2$$

$K_{F\alpha}$ Pozor na podmínky na str. 802!!!



Výpočet bezpečnosti v ohybu

Kontrolní list

Týden	Parametr	
1.	...	...
2.	...	...
3.	...	...
4.	Příp. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{FP1}
	Příp. napětí v ohybu (kolo)	σ_{FP2}
	Součinitel vlivu záběru profilu	Y_ϵ
	Souč. podílu zatížení zubů	$K_{F\alpha}$
	Nom. napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F01}
	Nom. napětí v ohybu (kolo)	σ_{F02}
	Souč. nerovnoměrnosti zatížení	$K_{F\beta}$
	Napětí v ohybu (pastorek)	σ_{F1}
	Napětí v ohybu (kolo)	σ_{F2}
	Bezpečnost v ohybu (pastorek)	S_{F1}
	Bezpečnost v ohybu (kolo)	S_{F2}

Úkoly pro 4. týden

Příklad 14-4, str. 845, přehled rovnic 836 (výpočet dle ISO)

Výpočet bezpečnosti v ohybu dle ISO (strana 839)

Bezpečnosti proti vzniku únavového lomu v patě zubu

$$S_{F1} = \frac{\sigma_{FE1} Y_{NT1}}{\sigma_{F1}} Y_{\delta relT} Y_{R relT} Y_X$$

$$S_{F2} = \frac{\sigma_{FE2} Y_{NT2}}{\sigma_{F2}} Y_{\delta relT} Y_{R relT} Y_X$$

Bezpečnost v ohybu S_{F1} a S_{F2}

1 - 4	velmi dobré
4 - 6	dobré
6 - 8	dostačující
8 - 10	konzultace

Děkuji vám za pozornost

Radovan Galas

galas@fme.vutbr.cz

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



Institute of Machine
and Industrial Design