

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Číslo projektu	CZ .1 .07/1.1 .36/02.0066
Autor	Pavel Florík
Předmět	Mechanika
Téma	Namáhání součástí na krut
Metodický pokyn	výkladový text s ukázkami

Výpočet součástí namáhaných na krut.

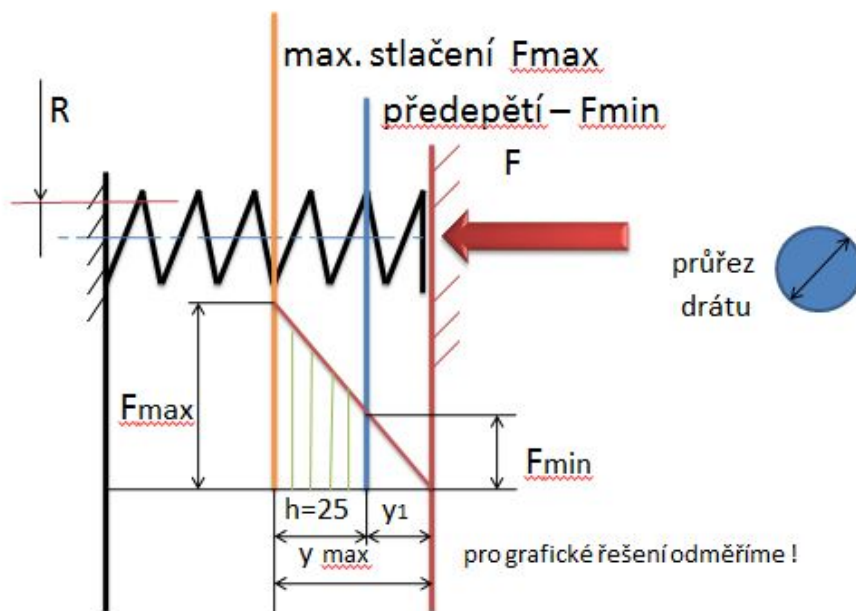
Výpočet šroubových pružin.

Příklad č. 1

Vypočítejte průměr drátu "d", počet závitů "n", střední poloměr vinutí "R", a celkovou délku pružiny "l₀" válcové - šroubovitě, nezatížené pružiny pojistného ventilu. Pružina tlačí na uzavírací kuželku ventilu v uzavřeném stavu silou

$F_{\min} = 90 \text{ N}$, při největším zdvihu "h" = 25 mm kuželky, je stlačena silou $F_{\max} = 240 \text{ N}$.

Poměr $\frac{R}{d} = 3$ a $\tau_{DK} = 500 \text{ MPa}$ - obojí voleno. Modul pružnosti ve smyku $G = 80000 \text{ MPa}$.



Rozbor úlohy:

Šroubové pružiny jsou namáhány krutem, přičemž ostatní způsoby namáhání - tah a ohyb, zanedbáváme. Při výpočtu tedy vycházíme z pevnostní rovnice pro krut. Pružina se cyklicky stlačuje v

prostoru ventilu navlečená na tyčku zdvihátka, k jejímu výpočtu je proto nutné znát její maximální stlačení $y_{\max}$, při kterém je síla působící na pružinu maximální. V této úloze není stlačení zadáno a k jeho nalezení použijeme diagram pružiny pro $F - y$, ze kterého graficky odečteme potřebné hodnoty, nebo počtetně za pomoci úměry: (pro grafické řešení musíme kreslit v měřítku !!!)

$y_{\max} : h = F_{\max} : (F_{\max} - F_{\min})$ vypočteme $y_{\max}$. Dále viz řešení.

Řešení:

1. z pevnostní rovnice určíme průměr drátu "d" a střední poloměr "R".
2. vypočteme $y_{\max}$.
3. určíme počet činných závitů
4. vypočteme celkovou délku pružiny.

ad.1: Z pevnostní rovnice pro krut : $\tau_{dk} \geq \frac{M_k}{W_k}$ (pro $W_k = 0,2 d^3$; $\frac{R}{d} = 3$) lze

odvodit :

$F_{\max} \cdot R = F_{\max} \cdot 3d = 0,2 d^3 \cdot \tau_{dk}$; z této rovnice získáme "d"

Dáno:

`ClearAll[ $\tau_{dk}$  ;  $F_{\max}$  ;]`

`ClearAll::ssym :  $\tau_{dk}$ ;  $F_{\max}$ ; is not a symbol or a string. >>`

`$\tau_{dk} = 500$ ;  $F_{\max} = 240$ ;`

`Solve[d ==  $\sqrt{\frac{3 F_{\max}}{0.2 \tau_{dk}}}$ ]`

`{{d -> 2.68328}}`

Průměr drátu je 2,68 mm ze Strojnických tabulek volíme **d = 2,8 mm**

`d = 2.8`

`2.8`

`R == 3 d`

`R == 8.4`

Střední poloměr "R" je **8,4 mm**

ad. 2 : Výpočet $y_{\max}$

`ClearAll[ $F_{\max}$ ;  $F_{\min}$ ; h]`

`$F_{\max} = 240$ ;  $F_{\min} = 90$ ; h = 25;`

`Solve[ $y_{\max} == h \frac{F_{\max}}{F_{\max} - F_{\min}}$ ] // N`

```
{{ymax → 40.}}
```

Celkové stlačení pružiny je **40 mm** což souhlasí s grafickým řešením viz obr.

ad. 3: Počet činných závitů “n” z rovnice:
$$n = \frac{y_{\max} G d}{4 \pi R^2 \tau_{dk}}$$

Dáno:

```
ClearAll[ymax; G; d; R; π; τdk]
```

```
ymax = 40; G = 80 000; d = 2; R = 8.4; π; τdk = 500;
```

```
Solve[n ==  $\frac{y_{\max} G d}{4 \pi R^2 \tau_{dk}}$ ] // N
```

```
{{n → 14.4358}}
```

```
{{n → 14.4358}}
```

Počet činných závitů je: 14.5

K činným závitům se přidává z každé strany 3/4 zabroušeného závěrného závitu, tedy celkem 1,5 závitu na pružinu.

Pro tlačnou pružinu, jako je tato, musíme ještě vypočítat minimální vůli “ δ ” mezi závity při max. stlačení, aby nedošlo k dosednutí závitů na sebe a tím i k trvalé deformaci pružiny. $\delta = (0,1 \text{ až } 0,2) \cdot d$; volíme 0,15.d.

```
ClearAll[d]
```

```
d = 2.8;
```

```
δ == 0.15 d
```

```
δ == 0.42
```

δ == 0.5 mm je minimum

ad.4: Celková délka pružiny v nezátíženém stavu: $l_o = n d + \{n - 1\} \delta + y_{\max}$

```
ClearAll[n; d; δ; ymax]
```

```
ClearAll::ssym: n; d; δ; ymax is not a symbol or a string. >>
```

```
n = 14.5; d = 2.8; δ = 0.5; ymax = 40;
```

```
Solve[lo == n d + {n - 1} δ + ymax]
```

```
{{lo → 87.35}}
```

```
{{lo → 87.35}}
```

Závěr:

Celková délka pružiny je tedy **$l_o = 87,35 \text{ mm}$** .

Porovnejte s pružinou obdélníkového průřezu v dalším příkladu:

Zdroje

Mechanika Pružnost a pevnost: L.Mrňák a A.Drdla; SNTL Praha 1978

