

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

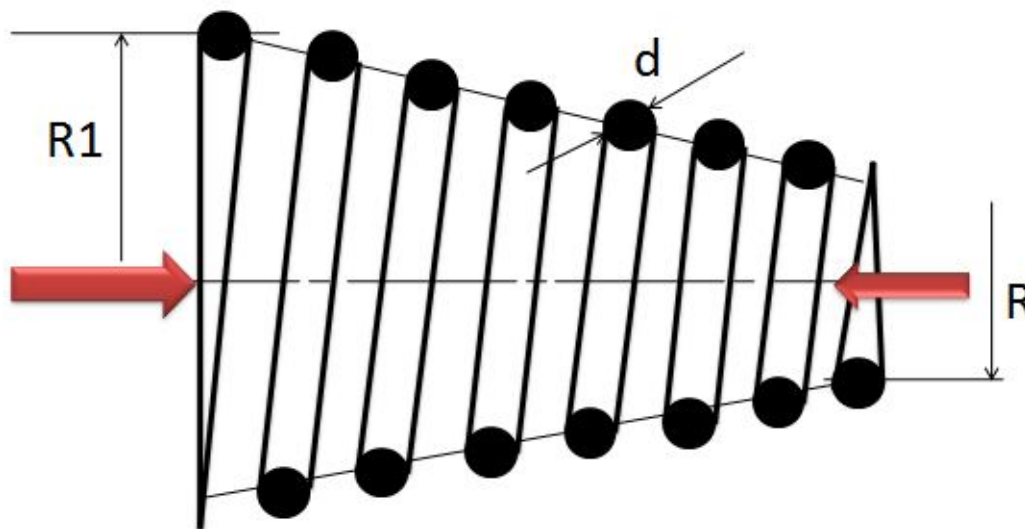
Výpočet součástí namáhaných na krut - výpočet šroubovitě kuželové pružiny.

Příklad č. 3

Vypočítejte průměr drátu "d", počet závitů "n", celkovou délku "l_o" a objemovou hustotu energie kuželové pružiny. Pro zatížení silou $F = 1500 \text{ N}$, při daných rozměrech :

$R_1 = 35 \text{ mm}$, $R_2 = 20 \text{ mm}$; stlačení "y" = 35 mm, $\tau_{Dk} = 400 \text{ MPa}$. Modul pružnosti ve smyku $G =$

80000 MPa.



Rozbor úlohy:

Šroubové kuželové pružiny nejsou v učebnicích řešeny jako vzorový příklad, proto jsem se rozhodl toto téma ukázkově zpracovat. Při výpočtu opět vycházíme z pevnostní rovnice pro krut. Dále musíme použít vztahy, které jsou uvedené v odborné literatuře, např. Mechanika II-Pružnost & pevnost Mrňák & Drdla SNTL 1978. Dále viz řešení.

Řešení:

1. z pevnostní rovnice určíme průměr drátu "d".
2. vypočteme $l_{\max}$.
3. určíme počet činných závitů "n"
4. vypočteme objemovou hustotu energie pružiny.

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

$F \cdot R_1 = 0,2 d^3 \cdot \tau_{dk}$; z této rovnice získáme "d"

Dáno: τ_{dk} ; F ; R_1

`ClearAll[ $\tau_{dk}$ ;  $F$ ;  $R_1$ ];`

$\tau_{dk} = 400$; $F = 1500$; $R_1 = 35$

35

`Solve[ $\{0.2 * d^3 == \frac{F * R_1}{\tau_{dk}}\}, \{d\}]$` // N

`{{d -> -4.34503 - 7.52582 i}, {d -> -4.34503 + 7.52582 i}, {d -> 8.69007}}`

Volíme drát o průměru 9 mm - Strojnické tabulky

ad. 2 : A nyní přichází čas pro použití vzorců z učebnice mechaniky: Délku drátu vypočteme z rovnice pro deformaci pružiny :

$$y = \frac{l \cdot \tau_{DK} \cdot (R_1^2 + R_2^2)}{G \cdot d \cdot R_1}$$

odkud je délka "l" : $l = \frac{y \cdot G \cdot d \cdot R_1}{(R_1^2 + R_2^2) \tau_{DK}}$

`ClearAll[y; d; G;  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $\tau_{dk}$ ]`

$y = 35$; $d = 9$; $G = 8 * 10^4$; $R_1 = 35$; $R_2 = 20$; $\tau_{dk} = 400$

400

`Solve[ $l == \frac{y * d * G * R_1}{(R_1^2 + R_2^2) * \tau_{dk}}$ ] // N`

`{{l -> 1356.92}}`

Délka rozvinuté pružiny je: l=1357 mm

ad.3: Nyní musíme určit počet činných závitů, což zjistíme ze vztahu pro geometrickou

$$\text{délku: } l = \frac{R_1 + R_2}{2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

```
ClearAll[l; R1; R2; π]
```

```
l = 1357; R1 = 35; R2 = 20
```

```
20
```

```
Solve[{n == \frac{1}{\pi (R1 + R2)}}, {n}] // N
```

```
{{n -> 7.85357}}
```

Počet činných závitů je : $n = 7,85$

ad.4: Výpočet objemové hustoty energie pružiny. Platí vztah : $w = \frac{\tau_{Dk}^2 \cdot V}{8 \cdot G}$; $V =$

$\frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{4}$ - objem pružinového drátu. Pozor, je třeba zadat jednotky v Pa/ m^2 a v m, abychom dostali

výsledné jednotky $\frac{J}{m^3}$!!!

```
ClearAll[τDk; G; d; π; l]
```

```
ClearAll::ssym : τDk; G; d; π; l is not a symbol or a string. >>
```

```
τDk = 400 * 106; G = 8 * 1010; d = 0.009; l = 1.357
```

```
1.357
```

```
Solve[w == \frac{\tau_{Dk}^2 * \pi * d^2 * l}{8 G}] // N
```

```
{{w -> 86.3286}}
```

Objemová hustota energie je: $86,33 \text{ J} / m^3$

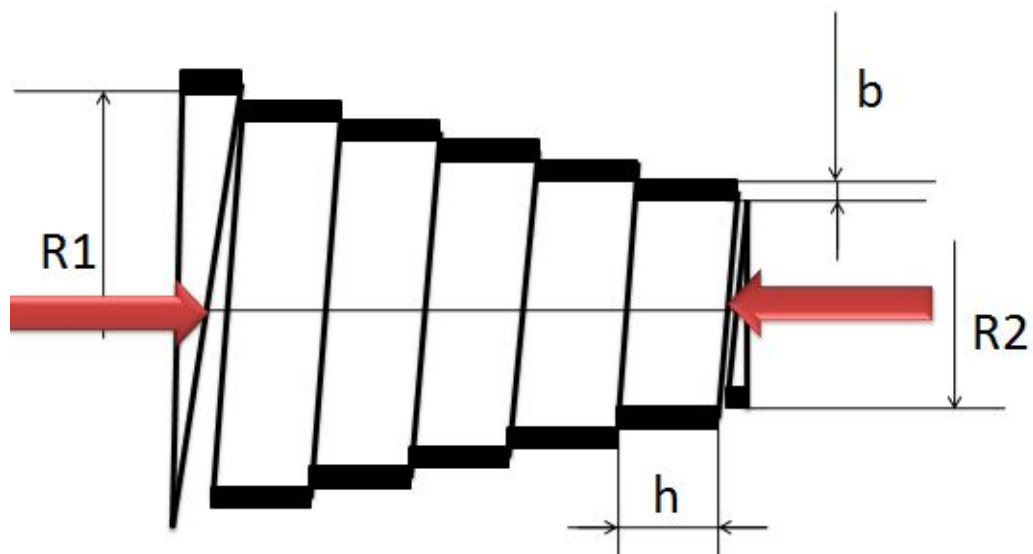
Závěr:

Jedná se o aplikaci znalostí získaných při výpočtech součástí namáhaných na krut a použití odborné literatury potřebné k řešení tohoto problému.

Příklad k procvičení:

Aplikujte nově nabyté poznatky a porovnejte s kuželovou šroubovou pružinou s obdélníkovým průřezem drátu, se stejnými parametry a stejným zatížením.

Zadání viz obr. K řešení použijte učebnici Mechanika II. Pružnost & Pevnost.



Zdroje

Mechanika II Pružnost & pevnost L.Mrňák- A.Drdla SNTL Praha 1978
Strojnické tabulky Vávra a kol.