

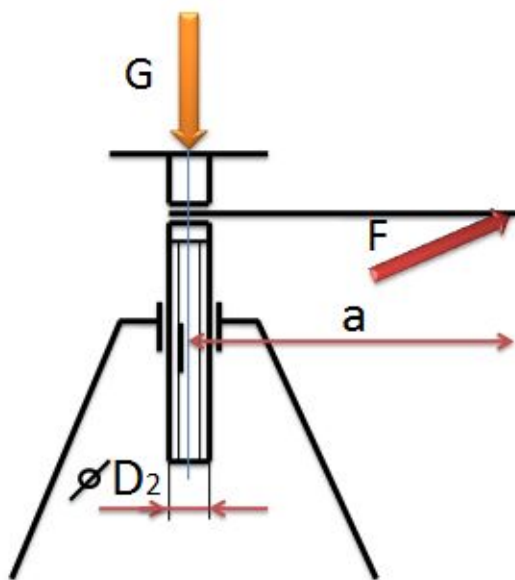
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Číslo projektu	CZ .1 .07/1.1 .36/02.0066
Autor	Pavel Florík
Předmět	Mechanika
Téma	Smykové tření : Šroubový zvedák
Metodický pokyn	výkladový text s ukázkami

Smykové tření v závitech: Šroubový zvedák

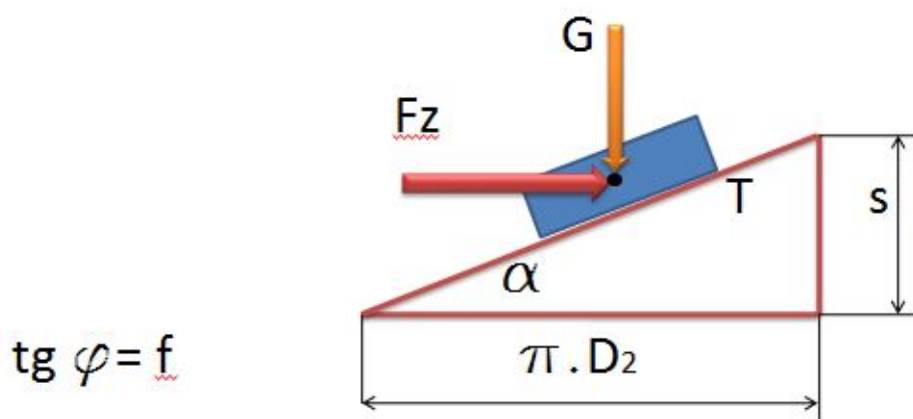
Příklad:

Šroub zvedáku podle obr. 1, má lichoběžníkový rovnoramenný závit Tr 20 x 4 se středním průměrem $D_2 = 18$ mm a se stoupáním $s = 4$ mm. Na páce o délce $a = 600$ mm působíme silou $F_k = 45$ N. Jak velké břemeno o tíze G budeme moci rovnoměrně zvedat, je-li $f = 0,15$. Jak velké břemeno můžeme zvedat budeme-li uvažovat souč. tření f mezi šroubem a maticí v mezích od 0 do 0,4 ?



Rozbor úlohy: V principu se jedná o příklad na výpočet síly pro smykové tření.

1. z rozměrů šroubu si zjistíme úhel stoupání nakloněné roviny α (obr.2)
2. určíme velikost třecího úhlu ϕ pomocí součinitele tření f
3. z rovnováhy momentů na páce vypočteme potřebnou sílu F_z pro zvedání břemene na nakl. rovině.(obr.3)
4. ze vzorce pro výpočet síly F_z pro nakl. rovinu vypočteme příslušnou zátěž G



$$\operatorname{tg} \varphi = f$$

$$F_z = G \cdot \operatorname{tg} / \alpha + \varphi / \quad \text{síla v závitu pro zvedání}$$

ad.1: Výpočet úhlu stoupání šroubovice:

Dáno : $D_2=18 \text{ mm}$, $s = 4 \text{ mm}$, $a = 600 \text{ mm}$, $F_k=45 \text{ N}$, $f = 0,15$.

$$f = 0.15$$

$$0.15$$

$$\operatorname{ArcTan}[f] \text{ 1 / Degree}$$

$$8.53077$$

ad 2 : Určení třecího úhlu ϕ :

$$\phi = \text{Degree } 8.53$$

$$s = 4; D_2 = 18$$

$$18$$

$$\text{NSolve}\left[\operatorname{Tan}[\alpha] == \frac{s}{\pi D_2}, \alpha\right]$$

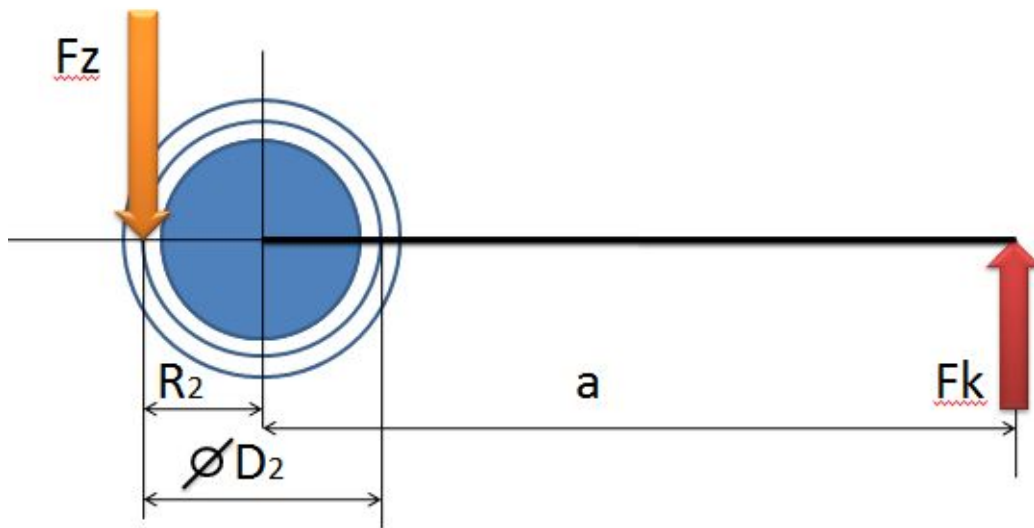
$$\{\{\alpha \rightarrow \text{ConditionalExpression}[1. (0.0706179 + 3.14159 C[1]), C[1] \in \text{Integers}]\}\}$$

$$\left(\operatorname{ArcTan}\left[\frac{s}{\pi D_2}\right] \text{ 1 / Degree}\right) // \text{N}$$

$$4.04611$$

$$\alpha = \text{Degree } 4, 046$$

úhel šroubovice je : 4, 046 °



ad. 3: Výpočet síly pro posun na závitu F_z :

$$F_z \cdot R_2 = F_k \cdot a$$

$$F_z = \frac{F_k \cdot a}{R_2}$$

$$R_2 = 9; a = 600; F_k = 45$$

45

$$\text{NSolve}\left[F_z == \frac{F_k \cdot a}{R_2}, F_z\right]$$

{{Fz → 3000.}}

Síla F_z je 3000 N - Pozor je to síla, kterou musíme posovat matici !!!

ad 4 : Výpočet osové síly G : ze vztahu : $F_z = G \cdot \tan(\alpha + \phi)$

$$F_z = 3000; \alpha = \text{Degree } 4.046; \phi = \text{Degree } 8.53$$

0.148877

$$\text{NSolve}\left[G == \frac{F_z}{\tan[\alpha + \phi]}, G\right]$$

{{G → 13447.7}}

Z výsledků plyne, že silou F_k můžeme plynule zvedat břemeno o tíze **$G = 13447 \text{ N}$**

Nyní se podíváme, jak by se tato síla měnila, jestliže by se součinitel tření " f " pohyboval v rozmezí 0 - 0,4 v krocích po 0,05.

`ftab = Table[f, {f, 0, 0.4, 0.05}]`

`{0., 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4}`

Takto se bude měnit třecí úhel " ϕ " se stoupajícím " f " :

```
vysl = Table[Solve[ $\phi == \text{ArcTan}[f] \cdot 1/\text{Degree}$ ], {f, ftab}] // N
{{{ $\phi \rightarrow 0.$ }}, {{ $\phi \rightarrow 2.86241$ }}, {{ $\phi \rightarrow 5.71059$ }}, {{ $\phi \rightarrow 8.53077$ }}, {{ $\phi \rightarrow 11.3099$ }},
{{ $\phi \rightarrow 14.0362$ }}, {{ $\phi \rightarrow 16.6992$ }}, {{ $\phi \rightarrow 19.29$ }}, {{ $\phi \rightarrow 21.8014$ }}}
```

```
vysl // TableForm
```

```
 $\phi \rightarrow 0.$ 
 $\phi \rightarrow 2.86241$ 
 $\phi \rightarrow 5.71059$ 
 $\phi \rightarrow 8.53077$ 
 $\phi \rightarrow 11.3099$ 
 $\phi \rightarrow 14.0362$ 
 $\phi \rightarrow 16.6992$ 
 $\phi \rightarrow 19.29$ 
 $\phi \rightarrow 21.8014$ 
```

Zároveň se bude zvyšovat třecí síla a bude klesat hmotnost zvedaného břemene viz. výpočet, protože část síly spotřebujeme na překonání tření.

```
Fz = 3000;  $\alpha$  = Degree 4.046;  $\phi$  = ftab
```

```
{{0., 0.05, 0.1, 0.15000000000000002, 0.2,
0.25, 0.30000000000000004, 0.35000000000000003, 0.4}
{0., 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4}}
```

```
vysl = Table[Solve[ $G == \frac{F_z}{\text{Tan}[\alpha + \phi]}$ , G], { $\phi$ , ftab}] // N
```

```
{{{G  $\rightarrow$  42 412.6}}, {{G  $\rightarrow$  24 751.6}}, {{G  $\rightarrow$  17 412.4}},
{{G  $\rightarrow$  13 377.}}, {{G  $\rightarrow$  10 813.9}}, {{G  $\rightarrow$  9034.15}},
{{G  $\rightarrow$  7720.58}}, {{G  $\rightarrow$  6706.73}}, {{G  $\rightarrow$  5896.91}}}
```

```
vysl // TableForm
```

Výsledné tíhové síly v newtonech “N” .

```
G  $\rightarrow$  42 412.6
G  $\rightarrow$  24 751.6
G  $\rightarrow$  17 412.4
G  $\rightarrow$  13 377.
G  $\rightarrow$  10 813.9
G  $\rightarrow$  9034.15
G  $\rightarrow$  7720.58
G  $\rightarrow$  6706.73
G  $\rightarrow$  5896.91
```

Závěr:

Na první pohled je zřejmé, jak významnou měrou ovlivňuje tření v závitech výslednou hmotnost břemene.

Pozn. Vidíme zde drobnou disproporci s předchozím výsledkem / $G = 13377$ N, místo $G = 13447$ N / způsobenou zaokrouhlováním v původním výpočtu.

Příklad k procvičení:

Jak bude vypadat, závislost velikosti břemene na součiniteli tření ? Sestrojte pomocí programu WM graf pro tuto závislost. Propočítejte a sestrojte též graf pro spouštění břemene, se stejnými hodnotami, jako v přechodném příkladu.

Zdroje

Mechanika Statika I - S. Salaba a A. Matěna; SNTL Praha 1977