DEFORMACE STROJNÍCH ČÁSTÍ NAMÁHANÝCH NA TAH

Vznik napětí je v zatížených strojních součástech provázen vznikem deformace. Při namáhání na tah je ***deformační rovnicí*** přímo ***Hookeův zákon*** daný vztahem

$$\sigma_t = E \cdot \varepsilon.$$

Dosadíme-li za napětí

$$\sigma_t = \frac{F}{S}$$

a za relativní prodloužení

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0},$$

pak dostaneme

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \rightarrow \Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S},$$

kde Δl je skutečné prodloužení součásti.

Součin $E \cdot S$ nazýváme ***tuhost v tahu***. Pro snížení deformace se volí větší průřezové rozměry.

NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ

Tělesa namáhána tahem nemají vždy po celé své délce stálý průřez. Bývají v některých místech zeslabena otvorem, zápichem apod. V těchto případech řešíme výpočtovou (pevnostní) rovnicí vždy jen místo nejmenšího průřezu, ve kterém vzniká největší napětí. Tomuto místu říkáme ***nebezpečný průřez***.

ÚLOHA 1

Táhlo kruhového průřezu z oceli ***11 500*** je zatížené stálou osovou tahovou silou ***F = 5 kN***. Délka táhla l_0 ***= 600 mm***. Určete:

a) průměr táhla,
b) skutečné prodloužení délky táhla Δl a relativní prodloužení táhla ε.

ŘEŠENÍ:

a) z pevnostní rovnice určíme průřezovou plochu táhla

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt},$$

kde dovolené napětí bude

$$\sigma_{Dt} = \frac{R_e}{k} = \frac{0{,}6 \cdot R_m}{k} = \frac{0{,}6 \cdot 500}{2} = 150\ MPa$$

$$S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{5\,000}{150} = 33{,}\overline{3}\ mm^2$$

z obsahu kruhu určíme průměr táhla

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33{,}\overline{3}}{3{,}14}} = 6{,}52\ mm$$

Průměr táhla zaokrouhlíme na ***d = 7 mm***.

b) z deformační rovnice určíme skutečné prodloužení délky táhla

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S} = \frac{5\,000 \cdot 600}{2{,}1 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi \cdot 7^2}{4}} = 0{,}371\ mm$$

relativní prodloužení táhla

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{0{,}371}{600} = 0{,}000\,62\ (\sim 0{,}062\ \%)$$

ÚLOHA 2

Určete průřezové rozměry táhla obdélníkového průřezu s poměrem stran $\boldsymbol{b : h = 1 : 3}$ z oceli ***11 600***, které je zatížené míjivou osovou tahovou silou ***F = 45 kN***.

ŘEŠENÍ:

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt}$$

$$G_{Dt} = \frac{R_e}{k} \cdot c_{||} = \frac{0{,}6 \cdot R_m}{k} \cdot c_{||} = \frac{0{,}6 \cdot 600}{2} \cdot 0{,}75 = 135\ MPa$$

$$S = \frac{F}{G_{Dt}} = \frac{45\,000}{135} = 333{,}\bar{3}\ mm^2$$

$$S = b \cdot h$$

$$\frac{b}{h} = \frac{1}{3} \rightarrow h = 3 \cdot b$$

$$S = b \cdot 3 \cdot b = 3 \cdot b^2$$

$$b = \sqrt{\frac{S}{3}} = \sqrt{\frac{333{,}\bar{3}}{3}} = 10{,}54\ mm$$

$$h = 3 \cdot b = 3 \cdot 10{,}54 = 31{,}62\ mm$$

Rozměry táhla zaokrouhlíme na ***b = 11 mm*** a ***h = 32 mm***.

ÚLOHA 3

Táhlo kruhového průřezu z oceli **11 600** je zatížené stálou silou $F = 12\ kN$. Táhlo se nesmí z konstrukčních důvodů prodloužit více než o $\Delta l = 0{,}5\ mm$. Délka táhla $l_0 = 1{,}2\ m$. Určete průměr táhla. Průřezové rozměry táhla musí vyhovovat deformační i pevnostní podmínce.

ŘEŠENÍ:

Z deformační rovnice určíme potřebnou velikost plochy průřezu táhla

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S} \rightarrow S = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot \Delta l} = \frac{12\,000 \cdot 1\,200}{2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 0{,}5} = 137{,}15\ mm^2$$

Z obsahu kruhu určíme průměr táhla

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 137{,}15}{3{,}14}} = 13{,}22\ mm$$

Průměr d táhla zaokrouhlíme na $14\ mm$.

Pevnostní kontrola navrženého průřezu táhla:

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt}$$

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{12\,000}{\frac{\pi \cdot 14^2}{4}} = 77{,}96\ MPa$$

$$\sigma_{Dt} = \frac{R_e}{k} = \frac{0{,}6 \cdot R_m}{k} = \frac{0{,}6 \cdot 600}{2} = 180\ MPa$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{Dt}$$