

Deformace, délková a objemová roztažnost

Písemka A

1. Mosazný drát délky 1,1 m a průřezu o obsahu 4 mm² byl deformován v tahu silou 80 N, čímž se prodloužil o 0,2 mm. Vypočítejte modul pružnosti v tahu mosazi.

Řešení

$$l = 1,1 \text{ m}$$

$$S = 4 \text{ mm}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F = 80 \text{ N}$$

$$\Delta l = 0,2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$E = ?$$

Vyjdeme ze vztahu $\sigma = E \cdot \varepsilon$

rozepsání vztahu: $\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l}$

$$\Rightarrow E = \frac{F \cdot l}{S \cdot \Delta l}$$

$$E = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa} = \underline{\underline{110 \text{ GPa}}}$$

Modul pružnosti v tahu mosazi je 110 GPa.

2. V tabulkách je uvedeno, že měď má při teplotě 20 °C hustotu 8930 kg · m⁻³. Jaká je hustota mědi při teplotě 80 °C? Součinitel teplotní délkové roztažnosti mědi je 1,7 · 10⁻⁵ K⁻¹.

Řešení

$$\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$t_0 = 20^\circ\text{C} \quad \dots \quad \rho_0 = 8930 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$t_1 = 80^\circ\text{C} \quad \dots \quad \rho_1 = ?$$

vztah pro hustotu: $\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$

zvětšení objemu při teplotní roztažnosti dáno vztahem:

$$V_1 = V_0 (1 + \beta \Delta t), \text{ kde } \beta = 3\alpha$$

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{m_0}{V_0 (1 + \beta \Delta t)} = \underline{\underline{8903 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}}$$

Hustota mědi při teplotě 80 °C je 8903 kg · m⁻³.

Písemka B

1. Při výrobě dílců z předpjatého železobetonu byly ocelové pruty o délce 6 m napínány silou $6 \cdot 10^4$ N. Vypočítejte prodloužení ocelových tyčí, je-li jejich průměr 10 mm. Modul pružnosti použité oceli je 220 GPa.

Řešení

$$l = 6 \text{ m}$$

$$F = 6 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$d = 10 \text{ mm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$E = 220 \text{ GPa} = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$\Delta l = ?$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

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

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S}, \quad S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta l = \frac{4F \cdot l}{E \cdot \pi d^2}$$

$$\Delta l = 0,021 \text{ m} = \underline{\underline{21 \text{ mm}}}$$

Ocelové tyče se prodlouží o 21 mm.

2. Kvádr z mramoru má při teplotě 0 °C objem 900 cm³. Jaký objem bude mít při teplotě 40 °C? Teplotní součinitel délkové roztažnosti mramoru je $8,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Řešení

$$\alpha = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C} \quad \dots \quad V_0 = 900 \text{ cm}^3$$

$$t_1 = 40^\circ\text{C} \quad \dots \quad V_1 = ?$$

$$\beta = 3\alpha$$

$$V_1 = V_0 (1 + \beta(t_1 - t_0)) = \underline{\underline{900,9 \text{ cm}^3}}$$

Kvádr má při teplotě 40 °C objem 900,9 cm³.