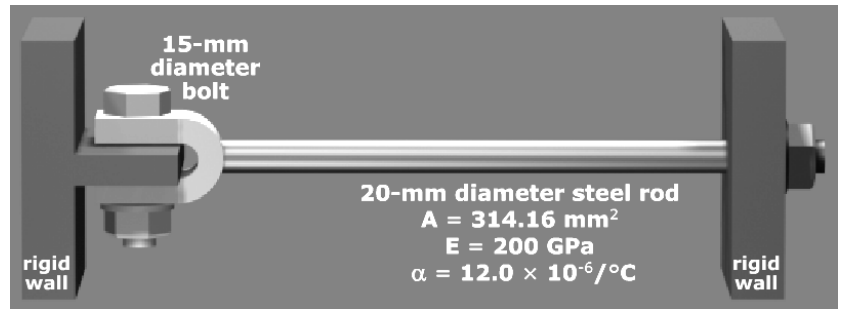
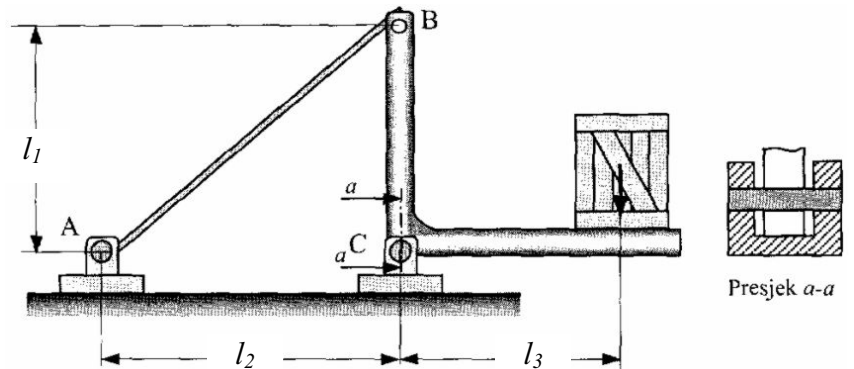


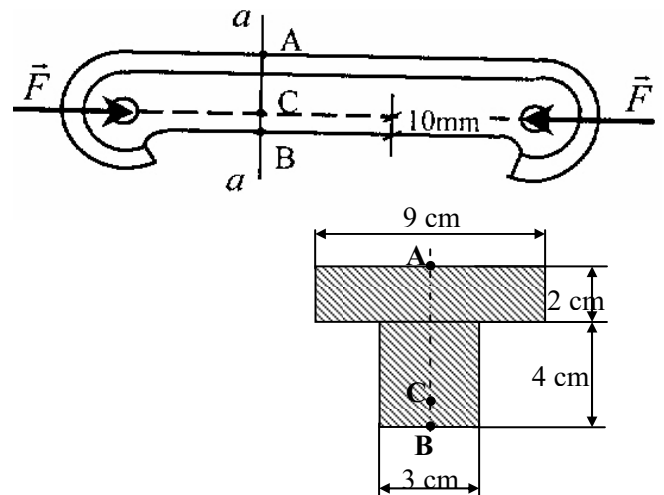
1. Čelična šipka prečnika 20mm je pričvršćena između krutih zidova na način prikazan na slici. Zadat je modul elastičnosti šipke $E=200$ GPa i koeficijent linearnog elastičnog širenja (skupljanja) $\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Izračunati pad temperature ΔT usljed koga tangencijalni napon u vijku od 15 mm iznosi 70 MPa.



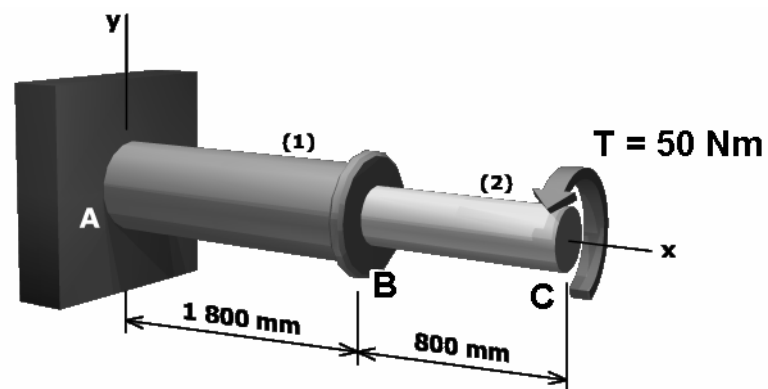
2. Platforma na slici je vezana zglobno osovinicom u C i šipkom AB u B. Ako je dozvoljeni napon smicanja materijala osovinice $\tau_{\text{smicdozv}}=80$ MPa (čelik) odrediti minimalan prečnik osovinice. Maksimalan teret koji platforma treba da nosi je $F_{\text{max}}=20$ kN. Poznato je: $l_1=l_2=2$ m, $l_3=1,5$ m



3. Za element veze napravljen od sivog liva dozvoljeni normalni napon zatezanja je 30 MPa, odnosno napon pritiska 120 MPa. Odrediti najveću silu kojom element smije biti opterećen.



4. Moment od 50 Nm djeluje na vratilo sastavljeno od dvije vrste materijala. Segment 1 je od bakra ($G=37$ GPa) i ima prečnik 32 mm. Segment 2 je od aluminija ($G=26$ GPa). Odrediti minimalan prečnik segmenta od aluminija ako ugao uvijanja kraja C prema osloncu A ne smije preći 3° .



1. zadatak

Na osnovu zadatog tang. napona smicanja u vijku $\tau_{smic.} = 70 \text{ MPa}$ odredi se sila u šipci $\phi 20$.

Vijak je izložen po dvjema površinama smicanju.

Napon smicanja u vijku je:

$$\tau_{smic} = \frac{F}{2 \cdot \frac{d_{vij}^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{2F}{d_{vij}^2 \cdot \pi}$$

Sila zatezanja u šipci je:

$$F = \frac{1}{2} (d_{vij}^2 \cdot \pi \cdot \tau_{smic})$$

$$F = \frac{1}{2} \left[(15 \text{ mm})^2 \cdot \pi \cdot 70 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$F = 24\,740 \text{ N} = 24,74 \text{ kN}$$

Skupljanje šipke $\phi 20$ koje nastaje usljed pada temperature ΔT kompenzira se istezanjem šipke usljed djelujuće sile F .

$$-\Delta L_{temp} + \Delta L_F = 0$$

$$-d \cdot \Delta T \cdot l + \frac{F \cdot L}{E \cdot A} = 0 \quad | : l$$

$$d \cdot \Delta T = \frac{F}{E \cdot A}$$

$$\Delta T = \frac{F}{E \cdot A \cdot d}$$

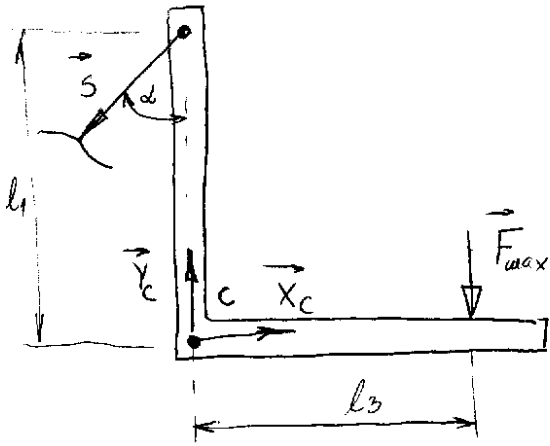
$$\Delta T = \frac{24\,740 \text{ N}}{200 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 314,16 \text{ mm}^2 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}$$

$$\Delta T = 32,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura treba da se spusti za $32,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ da tangencijalni napon smicanja u vijku $\phi 15$ bud $\tau_{sm} = 70 \text{ MPa}$

2. zadatok.

Na osnovu statičke ravnoteže platforme odrediti ču se sila u osovinici C.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l_2}{l_1} = \frac{2\text{m}}{2\text{m}} = 1$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$X_c = S \sin \alpha = 21,2 \cdot \sin 45^\circ = 15 \text{ kN}$$

$$Y_c = F_{\max} + S \cos \alpha = 20 + 21,2 \cdot \cos 45^\circ = 35 \text{ kN}$$

$$F_c = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}$$

$$F_c = \sqrt{15^2 + 35^2}$$

$$F_c = 38 \text{ kN}$$

Minimalan prečnik osovinice dobijamo na osnovu dozv. napona smicanja

$\tau_{\text{smicdov}} = 30 \text{ MPa}$. Osovica je u dvije ravni izložena smicanju.

Koeficijent smičnosti veze je $k=2$.

Napon smicanja u osovinici je:

$$\tau_{\text{smic}} = \frac{F_c}{k \cdot A} \leq \tau_{\text{smicd}}$$

$$\frac{F_c}{2 \cdot \frac{d^2 \pi}{4}} = \tau_{\text{smicd}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 F_c}{\pi \cdot \tau_{\text{smicd}}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 38 \cdot 10^3 \text{ N}}{\pi \cdot 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$$d = 17,33 \text{ mm} \quad \text{Usvaja se osovica standard. prečnika } d=18 \text{ mm}$$

$$\sum X = 0 \quad X_c - S \sin \alpha = 0 \quad \dots (1)$$

$$\sum Y = 0 \quad Y_c - F_{\max} - S \cos \alpha = 0 \quad \dots (2)$$

$$\sum M_c = 0 \quad S \sin \alpha \cdot l_1 - F_{\max} \cdot l_2 = 0 \quad \dots (3)$$

$$\text{iz (3)} \quad S = \frac{F_{\max} \cdot l_2}{\sin \alpha \cdot l_1}$$

$$S = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \text{ mm}}{\sin 45^\circ \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ mm}}$$

$$S = 21,2 \cdot 10^3 \text{ N}$$

3 zadatok.

Poprečni presjek elementavozne izložen je prihtsku i savijanju.

Priavac djelovanja sile F (tačka c) prolazi ispod težišta poprečnog presjeka, pa su gornja vlakna, pri savijanju, napregnuta na zatezanje, a donja na prihtsak.

a) Geometrijske karakteristike popr. presjeka:

Težište:

$$y_T = \frac{9 \cdot 2 \cdot 5 + 3 \cdot 4 \cdot 2}{9 \cdot 2 + 4 \cdot 3} = \frac{90 + 24}{30} = 3,8 \text{ cm}$$

Aksijalni m. inercije I_x

$$I_x = \frac{3 \cdot 4^3}{12} + 3 \cdot 4 \cdot (3,8 - 2)^2 + \frac{9 \cdot 2^3}{12} + 9 \cdot 2 \cdot (5 - 3,8)^2$$

$$I_x = 16 + 38,88 + 6 + 25,92 = 86,8 \text{ cm}^4$$

Normalni napon u vlaknu A

$$\sigma_A = -\frac{F}{A} + \frac{F \cdot l}{I_x} \cdot y_A = 30 \text{ MPa}$$

$l = 3,8 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 2,8 \text{ cm}$ - ekscentricitet sile F tj. krak sile kojim se vrši savijanje oko neutralne ose profila

y_A - udaljenost gornjeg vlakna od neutr. ose

$$y_A = 6 \text{ cm} - 3,8 \text{ cm} = 2,2 \text{ cm}$$

$$\sigma_A = F \left(-\frac{1}{30 \text{ cm}^2} + \frac{2,8 \text{ cm} \cdot 2,2 \text{ cm}}{86,8 \text{ cm}^4} \right) = 3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$F \cdot \left(\frac{-86,8 + 2,8 \cdot 2,2 \cdot 30}{86,8 \cdot 30} \right) = 3 \text{ kN}$$

$$F = 79,7 \text{ kN}$$

Normalni napon u vlaknu B

$$\sigma_B = \left| -\frac{F}{A} - \frac{F \cdot l}{I_x} \cdot y_B \right| = 120 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = F \left(\frac{1}{30} + \frac{2,8 \cdot 3,8}{86,8} \right) = 12 \text{ kN}$$

$y_B = 3,8 \text{ cm}$ - udaljenost vlakna B od neutr. ose.

$$F = 77 \text{ kN}$$

Na osnovu zadatih kriterija (dovz. napona zatezanja u A i dovz. napona priht u B) dobivamo su dvije vrijednosti sile F . Usvajice se manja vrijednost $F = 77 \text{ kN}$ za najveću dovz. silu jer je time zadovoljena i vrijednost maks napona zatezanja.

4. zadatok

Ugao uvijanja (u radijanima) kraja c vratila u odnosu na A je

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = \frac{T \cdot l_1}{G_1 \cdot I_{o1}} + \frac{T \cdot l_2}{G_2 \cdot I_{o2}} = 3 \cdot \frac{\pi}{180} \text{ [rad]}$$

$$I_{o1} = \frac{d_1^4 \pi}{32} = \frac{\pi}{32} \cdot (32 \text{ mm})^4 = 102\,944 \text{ mm}^4$$

$$\theta_1 = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ Nmm} \cdot 1800 \text{ mm}}{37 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 102\,944 \text{ mm}^4} = 0,02363 \text{ rad}$$

Ugao uvijanja drugog segmenta vratila zavisi od dob. ugla uvijanja (3°) i od uvijanja segmenta 1.

$$\theta_2 = \theta - \theta_1 = 3 \frac{\pi}{180} - 0,02363 = 0,02873 \text{ rad}$$

Polarni moment inercije segmenta 2 je:

$$\theta_2 = \frac{T \cdot l_2}{G_2 \cdot I_{o2}}$$

$$I_{o2} = \frac{T \cdot l_2}{G_2 \cdot \theta_2}$$

$$I_{o2} = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ Nmm} \cdot 800 \text{ mm}}{26 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0,02873}$$

$$I_{o2} = 53\,549 \text{ mm}^4$$

Prečnik vratila je:

$$\frac{d^4 \pi}{32} = I_{o2}$$

$$d^4 = \frac{32}{\pi} I_{o2} = \frac{32}{\pi} (53\,549 \text{ mm}^4)$$

$$\boxed{d = 27,18 \text{ mm}}$$