

2. Domaći zadatak – SLOBODNO SABIJANJE

Za proces slobodnog sabijanja prikazan na slici:

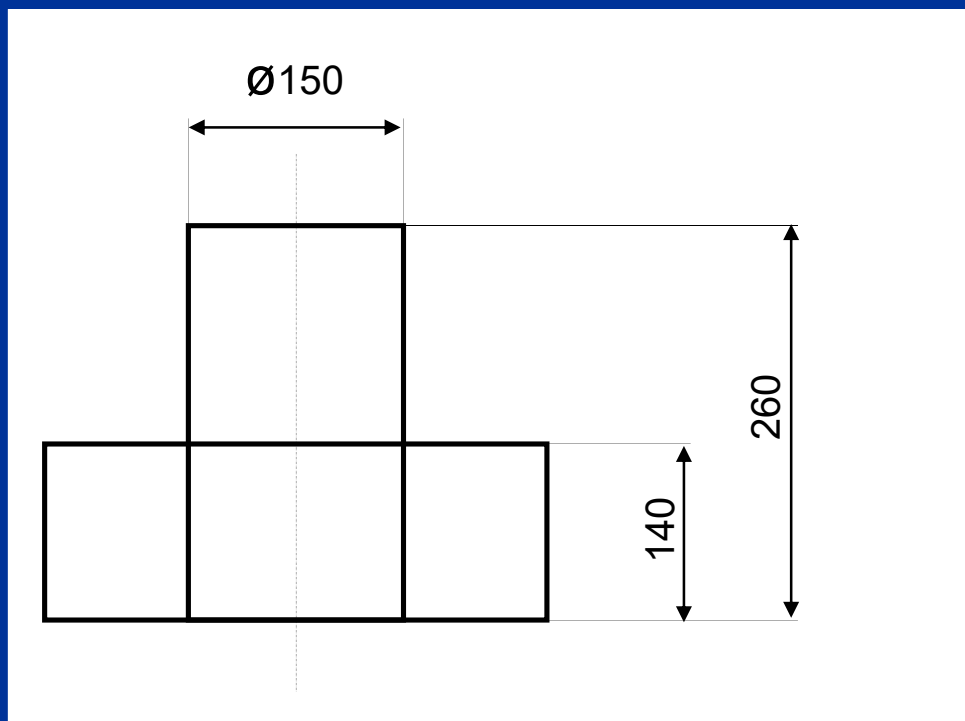
- odrediti najveću deformacionu silu i rad za:

a) toplo b) hladno deformisanje.

Uslovi: materijal: Č.1330

temperatura: 600 °C

mašina: krivajna presa.



$$d_0 = \phi 150 [mm]$$

$$h_0 = 260 [mm]$$

$$h_1 = 140 [mm]$$

Slika 2.1.

a) Toplo deformisanje:

Proračun deformacione sile

$$F_{\max} = A_1 k \left(1 + \frac{\mu d_1}{3 h_1}\right)$$

gdje je:

A_1 - kontaktna površina (deformisanog tijela)

Iz uslova konstantnosti zapremine: $V = h_0 A_0 = h_1 A_1$

$$A_1 = \frac{h_0}{h_1} A_0 = \frac{260}{140} \cdot \frac{150^2 \pi}{4} = 32818.42 [mm^2]$$

$$h_0 \frac{d_0^2 \pi}{4} = h_1 \frac{d_1^2 \pi}{4} \Rightarrow d_1 = d_0 \sqrt{\frac{h_0}{h_1}} = 150 \sqrt{\frac{260}{140}} = 204.4 [mm]$$

k - specifični deformacioni otpor

$$k = c_v \sigma_m$$

c_v - koeficijent koji uzima u obzir brzinu deformisanja i zavisi od vrste materijala kojom se deformacija vrši.
(Iz tabele 3.3.1. slijedi)

$$c_v = 1.2$$

za Č.1330 čvrstoća u hladnom stanju je: $\sigma_m = 60$ [daN/mm²]

za $t = 600$ °C (iz tabele 3.3.2.) čvrstoća pri višim temperaturama je:

$$\sigma_m = 25$$
 [daN/mm²]

$$k = 1.2 \cdot 25 = 30$$
 [daN / mm²]

μ - koeficijent trenja u funkciji temperature.

(iz tabele 3.3.3.)

za Č.1330 sadržaj ugljenika je 0.22 % i $t = 600$ °C, slijedi $\mu = 0.40$

$$F_{\max} = 32818.42 \cdot 30 \cdot \left(1 + \frac{0.40}{3} \frac{204.4}{140}\right) = 1176212.17$$
 [daN]

$$F_{\max} = 11762.1$$
 [kN]

Proračun deformacionog rada

$$W = Vk \left[\ln \frac{h_0}{h_1} + \frac{2\mu}{9} \left(\frac{d_1}{h_1} - \frac{d_0}{h_0} \right) \right]$$

$$W = 260 \frac{150^2 \cdot 3.14}{4} \cdot 30 \left[\ln \frac{260}{140} + \frac{2 \cdot 0.4}{9} \left(\frac{204.4}{140} - \frac{150}{260} \right) \right] = 96097644.14 [daNmm]$$

$$W = 961 [kNm]$$

b) Hladno deformisanje

Proračun deformacione sile

$$F_{\max} = A_1 k_{sr} \left(1 + \frac{\mu d_1}{3 h_1}\right)$$

gdje je:

k_{sr} - srednji specifični deformacioni otpor

$$k_{sr} = \frac{k_0 + k_1}{2}$$

k_0 - specifični deformacioni otpor na početku deformisanja

Za $\varphi = 0$ slijedi $k_0 = 32$ [daN/mm²] (očitava se sa dijagrama $k - \varphi$)

k_1 - specifični deformacioni otpor na kraju deformisanja

$$\varphi = \ln \frac{h_0}{h_1} \quad \Rightarrow \quad \varphi_1 = \ln \frac{260}{140} = 0.61 \cdot 100[\%] = 61[\%]$$

Za $\varphi = 61$ [%] slijedi $k_1 = 84$ [daN/mm²] (očitava se sa dijagrama $k - \varphi$)

$$k_{sr} = \frac{32 + 84}{2} = 58[\text{daN} / \text{mm}^2]$$

$$F_{\max} = 32818.42 \cdot 58 \left(1 + \frac{0.1 \cdot 204.4}{3 \cdot 140}\right) = 1996103.82[\text{daN}] = 19961[\text{kN}]$$

Proračun deformacionog rada

$$W = V k_{sr} \left[\ln \frac{h_0}{h_1} + \frac{2\mu}{9} \left(\frac{d_1}{h_1} - \frac{d_0}{h_0} \right) \right]$$

$$W = 260 \frac{150^2 \cdot 3.14}{4} \cdot 58 \left[\ln \frac{260}{140} + \frac{2 \cdot 0.1}{9} \left(\frac{204.4}{140} - \frac{150}{260} \right) \right] = 170108246.68 [dNm]$$

$$W = 1701.1 [kNm]$$

Zaključak

Slobodno sabijanje	F_{max} [kN]	W [kNm]
Za toplo deformisanje	11762.1	961
Za hladno deformisanje	19961.0	1701.1