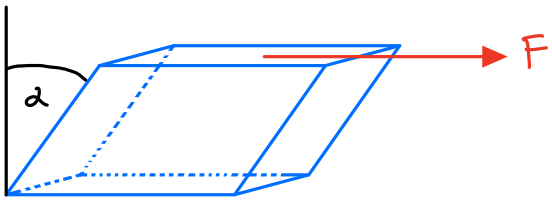
Torzijsko nihalo - Torzijsko nihalo z viseco žico

① Teorija

Strižne sile definiramo kot:

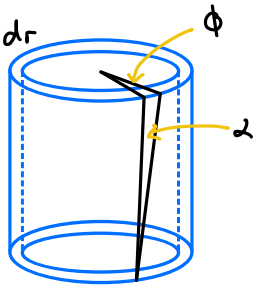
$$\frac{F}{S} = G\alpha$$



Pri torzijski deformaciji gre za popolno strižno obremenjitev, podano z

$$M = D\phi$$

Obravnavajmo okroglo žico, z dolžino l, polmerom r_0, opazimo tudi $\alpha = r\phi / l$.



$$M = \int r\,dF = \int r\alpha G\,ds = \frac{\pi r_0^4 G \phi}{2l}$$

Od koder preberemo $D = \frac{\pi r_0^4 G}{2l}$. Za G pa velja

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \qquad \frac{\Delta r}{r} = -\mu \frac{\Delta l}{l}$$

Iz valovne enačbe za torzijsko nihanje lahko zapišemo

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}}$$

② Rezultati

Z meritvijo časov lahko dobimo nihajne čas za posamezna telesa

Prazna plošča	$t_0 = (2{,}094 \pm 0{,}01)\,s$
Kvader	$t_1 = (4{,}054 \pm 0{,}01)\,s$
Valj	$t_2 = (5{,}895 \pm 0{,}01)\,s$

J_2

Vztrajnostni moment za votel valj in polni kvader je:

$$J_V = \frac{1}{2} m (r_1^2 + r_2^2) \qquad J_K = \frac{1}{2} m (a^2 + b^2)$$

Z danimi dimenzijami lahko izračunamo

$$J_V = \frac{1}{2} \cdot 2{,}489\,kg \left((0{,}0144\,m)^2 + (0{,}0875\,m)^2\right) = (1{,}277 \cdot 10^{-2} \pm 1{,}5 \cdot 10^{-4})\,kg\,m^2$$

Za izračun votlega kvadra potrebujemo najprej gostoto:

$$m_K = \varrho\,(abc - \pi r_0^2 c) \quad \Rightarrow \quad \varrho = 7095{,}24\,kg/m^3$$

$$J_{VK} = J_K - J_V = \frac{1}{2}\varrho\,(abc(a^2+b^2) - \pi c r^4) = (5{,}121 \cdot 10^{-7} \pm 6{,}5 \cdot 10^{-5})\,kg\,m^2$$

Za posamezna merilna vejica

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_0}{D}} \qquad t_1 = 2\pi\sqrt{\frac{J_0}{D} + \frac{J_{vk}}{D}} \qquad t_2 = 2\pi\sqrt{\frac{J_0}{D} + \frac{J_v}{D}}$$

$$\frac{J_0}{D} = \left(\frac{t_0}{2\pi}\right)^2 = 0{,}111\ s^2$$

$$D_1 = (0{,}0170 \pm 0{,}0003)\ \frac{kg\,m^2}{s^2} \qquad D_2 = (0{,}0166 \pm 0{,}0002)\ \frac{kg\,m^2}{s^2}$$

$$J_0 = (1{,}86 \cdot 10^{-3} \pm 2{,}3 \cdot 10^{-5})\ kg\,m^2$$

$$\Rightarrow G = \frac{2lD}{\pi r_0^4} = \frac{2 \cdot 0{,}122\,m \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-2}\ \frac{kg\,m^2}{s^2}}{\pi\ (0{,}25 \cdot 10^{-2}\,m)^4} = (6{,}76 \cdot 10^{11} \pm 1{,}7 \cdot 10^{10})\ \frac{kg}{m\,s^2}$$

Rezultat je primerljiv z vrednostmi najdenimi v drugih virih.

Verjetnostni radij kvadra po zvezi

$$r_j = (6{,}6 \pm 0{,}07)\ cm$$