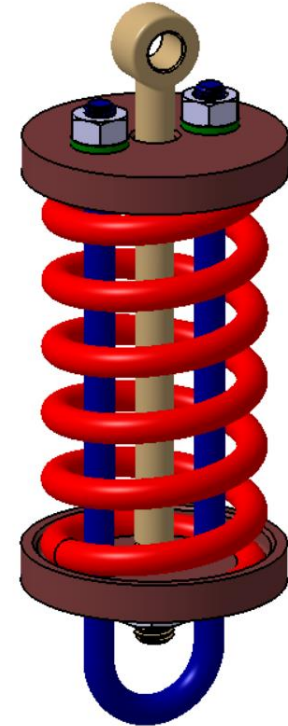


PRORAČUN I KONSTRUKCIJA PRIGUŠNICE

Potrebno je proračunati i konstruirati prigušnicu za podizanje tereta prema slici ako se podiže teret $F = 2500$ [N]. Opruga u prigušnici je hladno oblikovana zavojna torzijska opruga.

- proračunati promjer žice zavojne torzijske opruge i usvojiti standardnu (*DIN 2098*)
 - proračunati potrebni promjer očnog vijka i usvojiti standardni (*DIN 444*)
 - proračunati potrebni promjer „U“ vijka (metrički navoj)
- Elastična podloška *DIN 127 B*
 - Matica *DIN 555*
- **Proračun i odabir zavojne torzijske opruge (*DIN 2098*)**



Odabiremo materijal opruge: Č 4230 → $\sigma_L = 1370 \dots 1620$ [MPa]

σ_L [MPa]- vlačna čvrstoća materijala

$\sigma_L = 1400$ [MPa]

Dopuštena torzijska naprezanja za tlačne zavojne opruge (statički opterećene):

$$\tau_{idop} = 0,56 \cdot \sigma_L$$

$$\tau_{idop} = 0,56 \cdot \sigma_L = 0,56 \cdot 1400 = 784 \text{ [MPa]}$$

$E = 210\,000$ [MPa] – modul elastičnosti za čelik

Iz izraza za naprezanje opruge na torziju i zadane sile F kojom je opterećena opruga možemo odrediti potrebni promjer žice opruge d .

$$\tau_t = k_t \cdot \frac{M_t}{W_p} \leq \tau_{idop}$$

gdje je:

W_p [mm³] – polarni moment otpora poprečnog presjeka žice

M_t [Nmm] – moment torzije u opruzi

Faktor ispravka naprezanja k_t uzima u obzir povećanje teoretskog torzijskog naprezanja zbog zakrivljenosti žice. Naime, stvarno torzijsko naprezanje je raspoređeno nesimetrično po presjeku žice te je na unutarnjoj strani navoja veće nego na vanjskoj. Faktor k_t je ovisan o indeksu opruge $e = D_{sr}/d$ te se računa prema izrazu:

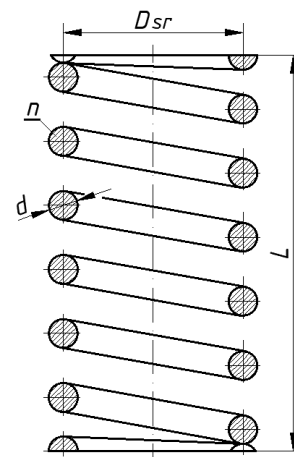
$$k_t = \frac{e + 0,5}{e - 0,5}$$

U prvoj iteraciji ćemo zanemariti faktor k_t zbog viška nepoznanica u izrazu. Iz kataloga proizvođača odabiremo srednji promjer D_{sr} i visinu neopterećene opruge L , vodeći računa o okvirnim dimenzijama U vijka i očnog vijka.

$$D_{sr} = 50 \text{ [mm]}$$

$$L = 110 \text{ [mm]}$$

$n = 5,5$ - aktivni broj navoja



Polarni moment otpora za okrugli poprečni presjek žice:

$$W_p = \frac{d^3 \cdot \pi}{16}$$

Moment torzije u opruzi:

$$M_t = F \cdot \frac{D_{sr}}{2}$$

Sređivanjem prethodnih izraza možemo odrediti potrebni promjer žice:

$$\frac{d^3 \cdot \pi}{16} \geq \frac{M_t}{\tau_{tdop}}$$

$$\frac{d^3 \cdot \pi}{16} \geq \frac{F \cdot D_{sr}}{2 \cdot \tau_{tdop}}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F \cdot D_{sr}}{2 \cdot \tau_{tdop} \cdot \pi}}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F \cdot D_{sr}}{2 \cdot \tau_{tdop} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2500 \cdot 25}{2 \cdot 784 \cdot \pi}} \geq 5,9 \text{ [mm]}$$

Korekcija promjera d zbog nejednolikog naprezanja po presjeku žice:

$$e = \frac{D_{sr}}{d} = \frac{50}{5,9} = 8,47$$

$$k_t = \frac{e + 0,5}{e - 0,5} = \frac{8,47 + 0,5}{8,47 - 0,5} = 1,13$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F \cdot D_{sr} \cdot k_t}{2 \cdot \tau_{idop} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2500 \cdot 25 \cdot 1,13}{2 \cdot 784 \cdot \pi}} \geq 6,1 \text{ [mm]}$$

Odabiremo promjer žice $d = 8 \text{ [mm]}$

Poissonov koeficijent se određuje kao omjer poprečnog smanjenja i uzdužnog produljenja nekog materijala prilikom vlačnog ispitivanja na kidalici te za čelik iznosi od 0,27...0,31

$\mu = 0,31$ – Poissonov koeficijent

Modul smicanja G :

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu)} = \frac{210000}{2 \cdot (1 + 0,31)} = 80153 \text{ [MPa]}$$

Progib tlačne opruge f :

$$f = \frac{64 \cdot F \cdot n \cdot R_{sr}^3}{d^4 \cdot G} = \frac{64 \cdot 2885,6 \cdot 5,5 \cdot 25^3}{8^4 \cdot 80153} = 48,3 \text{ [mm]}$$

Dužina opterećene opruge:

$$L_o = L - f = 110 - 48,3 = 61,7 \text{ [mm]}$$

Usporedba dobivenih rezultata sa standardnom oprugom iz kataloga proizvođača (DIN 2098):

d	D_{sr}	n	L	F	L_o
8	50	5,5	110	2824	63,2

➤ Proračun i odabir očnog vijka (DIN 444)



Očni vijak (DIN 444)

Vijak je u prigušnici opterećen vlačnom silom F . Iz izraza za naprezanje vijka na vlak možemo odrediti potrebni promjer vijka u korijenu d_1 (najmanji promjer vijka).

$$\sigma_v = \frac{F}{A} \leq \sigma'_{vdop}$$

Materijal vijka: 4.8 (klasa čvrstoće)

$\sigma_L = 400$ [MPa] - vlačna čvrstoća materijala

$\sigma_{vdop} = 90$ (ES 1; tablica 95, strana 191.)

Zbog koncentracije naprezanja koja se javlja u jezgri vijka, dopušteno vlačno naprezanje umanjujemo za koeficijent oslabljenja ζ_1 koji za normalnu strojnu izvedbu navoja iznosi $\zeta_1 = 0,8$.

$$\sigma'_{vdop} = \zeta_1 \cdot \sigma_{vdop} = 0,8 \cdot 90 = 72 \text{ [Mpa]}$$

$$A \geq \frac{F}{\sigma'_{vdop}}$$

gdje je:

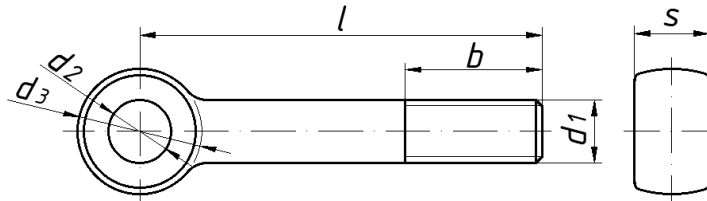
A [mm²] – površina poprečnog presjeka vijka (na navoju)

$$A = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \rightarrow \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \geq \frac{F}{\sigma'_{vdop}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\sigma'_{vdop} \cdot \pi}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\sigma'_{v\text{dop}} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2500}{72 \cdot \pi}} = 6,6 \text{ [mm]}$$

Odabiremo standardni promjer vijka u korijenu $d_1 = 8,16 \text{ [mm]}$, tj. vijak M10 (ES 1; tablica 71, strana 140.)



d1	M6	M8	M10	M12	M16
b=<125mm	18	22	26	30	38
b=125-200mm	-	28	32	36	44
b=>200mm	-	-	-	49	57
d2 H9	6	8	10	12	16
d3	14	18	20	25	32
s	7	9	12	14	17

Standardne dimenzije očnog vijka (DIN 444)

Duljinu vijka l potrebno je prilagoditi konstrukciji prigušnice (uzeti u obzir duljinu opruge, dva nosača, matice i podloške).

$$l = 160 \text{ [mm]}$$

➤ Proračun i dimenzioniranje „U“ vijka



Vijak je u prigušnici opterećen vlačnom silom F . Iz izraza za naprezanje vijka na vlak možemo odrediti potrebni promjer vijka u korijenu d_1 (najmanji promjer vijka). Prilikom opterećenja vijka treba uzeti u obzir da je sila raspoređena na dvije površine.

$$\sigma_v = \frac{F}{2 \cdot A} \leq \sigma'_{vdop}$$

Materijal vijka: Č 1331

$\sigma_L = 500$ [MPa] - vlačna čvrstoća materijala

$\sigma_{vdop} = 100$ (ES 1; tablica 95, strana 191.)

$\sigma'_{vdop} = \zeta_1 \cdot \sigma_{vdop} = 0,8 \cdot 100 = 80$ [Mpa]

$$2 \cdot A \geq \frac{F}{\sigma'_{vdop}}$$

gdje je:

A [mm²] – površina poprečnog presjeka vijka (na navoju)

$$A = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

$$2 \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \geq \frac{F}{\sigma'_{vdop}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\sigma'_{vdop} \cdot \pi}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\sigma'_{vdop} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2500}{80 \cdot \pi}} = 4,5 \text{ [mm]}$$

Odabiremo standardni promjer vijka u korijenu $d_1 = 6,46$ [mm], tj. vijak M8
(ES 1; tablica 71, strana 140.)

Duljinu vijka l i srednji radijus R potrebno je prilagoditi konstrukciji prigušnice (uzeti u obzir duljinu opruge i očnog vijka, dva nosača, matice, podloške i slobodan prostor za kuku ili uže).

$l = 150$ [mm]

$R = 16$ [mm]

$b = 20$ [mm]

