

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za matematiko in fiziko*



Oddelek za fiziko

Torzijsko nihalo

Poročilo pri fizikalnem praktikumu III

avtor: Kristofer Č. Povšič

Asistentka: Jelena Vesić

Uvod

O strižni napetosti $\frac{F}{S}$ govorimo takrat, ko leži sila v ravnini ploskve, v kateri prijemlje, v nasprotju s tlačno silo, ki je pravokotna na ploskev. Za strižno napetost velja enačba:

$$\frac{F}{S} = G\alpha \quad (1)$$

Torzijski koeficient žice je sorazmernostni faktor med navorom in kotom φ , zasukom prostega konca žice:

$$M = D\varphi \quad (2)$$

Torzijski koeficient je za zasuke, ki niso preveliki, povezan s strižno napetostjo G preko

$$D = \frac{\pi\rho^4 G}{2l} \quad (3)$$

pri čemer je ρ polmer, l pa dolžina žice. Če na spodnji konec viseče žice obesimo telo in ga zasukom, lahko opazujemo torzijsko nihanje. Za majhne zasuke je to nihanje harmonično in velja:

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}} \quad (4)$$

Naloga

1. Določi torzijski koeficient D žice
2. Izračunaj strižni modul G jekla, iz katerega je žica
3. Določi vztrajnostni moment in vztrajnostni radij danega telesa (kvadra z valjasto votlino) iz meritve nihajnega časa torzijskega nihala in primerjaj rezultate z izračunanim vztrajnostnim momentom.
4. Določi vztrajnostni moment zobnika.

Potrebščine

- stojalo, jeklena žica, plošča z ročajem
- uteži: votel kovinski valj, kvader z valjasto votlino
- tehtnica, stoparica, kljunasto merilo, mikrometer

Navodilo

Izmeri dolžino in debeline žice nihaja. Nanjo obesi ploščo z ročajem. Izmeri ni-

hajni čas nihala pri prazni plošči, votlim valjem in še s kvadrom z valjasto odprtino ter zobnik. Pri vsaki meritvi izmeri čas 10 nihajev s stoparico. Kotne amplitude pri nihanju naj bodo majhne.

Obdelava podatkov

Izmerjeni so bili sledeči podatki:

Debelina žice $d = (0.63 \pm 0.05)mm$ in dolžina žice $l = (29 \pm 0.5)cm$.

Izmerim in izračunamo naslednje povprečne čase za prazno ploščo, ploščo z valjem, ploščo s kvadrom in ploščo z zobnikom:

| meritev | $t_p[s]$ | $t_v[s]$ | $t_k[s]$ | $t_z[s]$ |
|---------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 1.874 | 5.263 | 3.666 | 2.943 |
| 2 | 1.888 | 5.317 | 3.624 | 2.986 |
| 3 | 1.897 | 5.300 | 3.636 | 2.895 |
| | | | | |
| $\bar{t}[s]$ | 1.886 | 5.293 | 3.642 | 2.941 |
| $\sigma_t[s]$ | 0.009 | 0.023 | 0.018 | 0.037 |

Z izmerjenimi podatki valja: masa valja $m_v = (2500 \pm 1)g$, manjši radij $r = (15 \pm 87.2)mm$, veliki radij $R = (87.2 \pm 0.1)mm$ in višino $h = (50 \pm 0.1)mm$.

Iz teh podatkov izračunam vztrajnostni moment valja $J = (2.446 \pm 0.007)gm^2$.

Za nihalo z valjem po enačbi 4:

$$D = (J_p + J_v) \left(\frac{2\pi}{t_v} \right)^2 \quad (5)$$

za J_p pa tudi velja $J_p = D \left(\frac{t_p}{2\pi} \right)^2$.

Tako izračunamo torzijski koeficient žice $D = (3.94 \pm 0.04)mNm$. Iz enačbe 3 izračunamo strižni koeficient $G = (7 \pm 1)kN/mm^2$.

Analogno velja tudi za poljubno telo, ki ga položimo na ploščo tako, da os vrtenja prebada njegovo težišče. Za kvader z luknjo tako dobimo rezultat $J_k = (0.97 \pm 0.02)gm^2$ in za zobnik $J_z = 0.53 \pm 0.01gm^2$.

Za kvader z luknjo sem izmeril sledeče rezultate: masa kvadra $m_k = (1193 \pm 1)g$, stranica $a = (60 \pm 0.05)mm$ in premer valja $d = (40 \pm 0.05)mm$.

Vztrajnostni moment za kvader se tako zapiše:

$$J_k = \sigma \left(\frac{S_k}{12} (2a^2) - \frac{S_v}{2} \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right) \quad (6)$$

Iz enačbe poračunamo $J_k = (0.98 \pm 0.002) gm^2$.