

Vaja 20, Prožnostni modul

Jure Kos

2.1.2022

Uvod

Pri majhni deformaciji telesa je sila, ki deformacijo povzroči, sorazmerna z deformacijo (Hookov zakon). Pri ravni žici je relativni raztezek $\Delta l/l$ sorazmeren z natezno napetostjo F/S :

$$\Delta l/l = (1/E)(F/S)$$

Pri tem je E prožnostni modul snovi. Vrednost E je za večino kovin okrog 10^7 N/cm^2 .

Natezno napetost, pri kateri Hookov zakon neha veljati, imenujemo mejo linearnosti. Natezno napetost, pri kateri se snov že deformira pa imenujemo mejo prožnosti. Ta je za kovine nekajkrat 10^4 N/cm^2 .

Ce prekoračimo to mejo, se žica po razbremenitvi ne skrči več na svojo prvotno dolžino, ampak ohrani trajen podaljšek. Če obremenjujemo žico še naprej, prekoračimo končno tudi mejo trdnosti in žica se pretrga.

0.1 Naloga

Določiti prožnostni modul, mejo linearnosti in mejo natezne trdnosti za bakreno žico in prožnostni modul jeklene žice.

0.2 Potrebščine

1. Mizica z merili, privitimi na zid,
2. merjenec (bakrena in jeklena žica),
3. uteži s kljukicami,
4. mikrometerski vijak.

Potek

Izmerimo premer žice na več mestih z mikrometrom in odberimo dolžino žice! Nato obesimo utež 150 g, zato da se žica izravna in zapišemo začetno lego x_0 . Sedaj žico postopoma obremenjujemo in si vsakič odberemo lego x z natančnostjo odčitka na noniju. Vse podatke vnašamo v tabelo.

Med meritvijo sproti izračunavamo zaporedne podaljške $\Delta x = x_n - x_{n-1}$. Ko začno podaljški naraščati, smo prekoračili mejo linearnosti. Tedaj postopoma razbremenjujemo žico in podobno kot prej izmerimo vse količine. Če ostane žica po razbremenitvi deformirana, je bila prekoračena tudi meja prožnosti. Mejo natezne trdnosti določimo tako, da obesimo kratko bakreno žico z znanim presekom na kavelj in jo postopoma obremenjujemo z utežmi, dokler se ne pretrga. Tudi to meritev večkrat ponovimo. Prožnostni modul določimo grafično iz narisane diagrama. Kot abscise nanašamo razlike napetosti $(F - F_0)/S$ kot ordinate pa relativne raztezke $\Delta l/l$. Med točkami, ki jih tako dobiš, potegni na oko najboljšo premico. Strmina dobljene premice je $1/E$ (glej enačbo). Iz diagrama za bakreno žico oceniš se mejo linearnosti. Ko prekoračimo to mejo, zveza med nateznim tlakom in relativnim raztezkom ni več linearna - raztezki so tedaj večji, kot bi bili po Hookovem zakonu. Krivulja $\Delta l/l = f(F - F_0)/S$ postane bolj strma kot premica $\Delta l/l = (1/E)(F - F_0)/S$.

Meritve

Debeline žic smo izmerili kot 0,28mm za jekleno in 0,35mm za bakreno.

Raztezke smo izmerili kot

$\pm 0,05 \text{ cm}$ LEGA (cm)	$\pm 0,005 \text{ cm}$ PODALJSKI (cm)	$\pm 0,5 \text{ g}$ OBTEMENITEV (g)
12,415 450	\emptyset	150
12,475 530	0,060	250
12,525 565	0,050	350
12,560 600	0,035	450
12,585 620	0,025	550
12,620 640	0,035	650
12,640 660	0,020	750
12,670 680	0,030	850
12,690 700	0,020	950
12,710 720	0,020	1050
12,735	0,025	1150

za jeklo in

LEGA (cm)	PODALJSKI (cm)	OBTEMENITEV (g)
2,110 315	\emptyset	150
2,160 355	0,050	250
2,185 390	0,025	350
2,240 415	0,055	450
2,280 435	0,040	550
2,305 465	0,025	650
2,345 495	0,040	750
2,410 520	0,065	850
2,455 545	0,065	950
2,545	0,070	1050

za baker.

Računi

Prožnostni modul

Iz enačbe

$$E = \frac{1}{k}$$

in k pridobljenega iz grafa lahko izračunamo prožnostni modul jeklene in bakrene žice.

Za baker tako dobimo

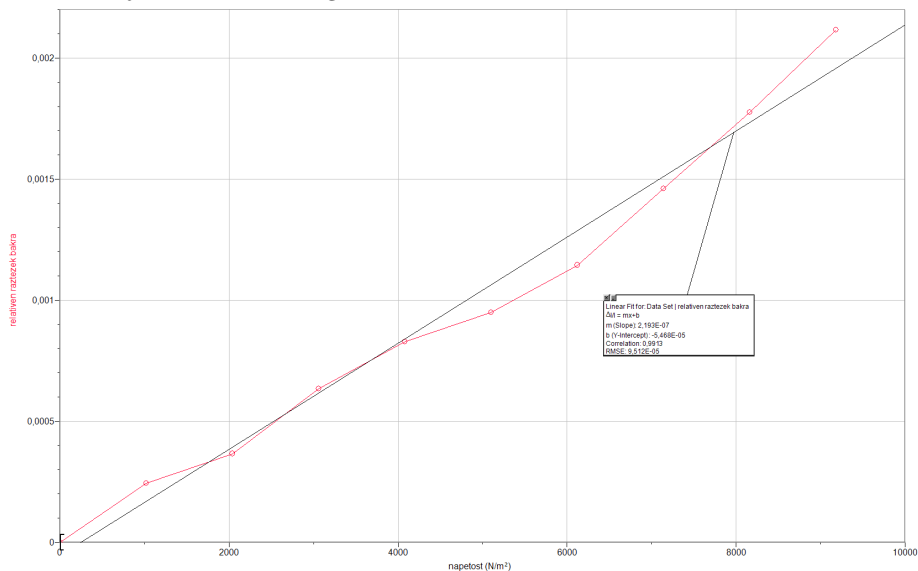
$$E_{baker} = 4,6 \cdot 10^6 \cdot (1 \pm 0,12) N/cm^2$$

za jeklo pa

$$E_{jeklo} = 1,1 \cdot 10^7 \cdot (1 \pm 0,15) N/cm^2$$

Meja linearnosti

Iz tabele preberemo, da raztezki pri bakru začno naraščati pri obremenitvi 850g. Prav tako je to razvidno iz grafa.



Iz teh podatkov lahko po enačbi za napetost izračunamo mejo linearnosti.

$$\frac{F}{S} = \frac{mg}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi} = \frac{0,850kg \cdot 9,81m/s^2}{14^2 \cdot 10^{-10}m^2 \cdot \pi} = 1,4 \cdot 10^4 \cdot (1 \pm 0,12) N/cm^2$$

Natezna trdnosti

Iz izmerjenih obremenitev ob strgu bakrene žice s premerom 0,12mm

Meritev	Obremenitev [g]
1.	240
2.	240
3.	240
4.	250
5.	250

izračunamo povprečno obremenitev ob strgu

$$\overline{m} = 244g \pm 5g$$

Iz te pa nato izračunamo mejo natezne trdnosti kot:

$$\frac{F}{S} = \frac{\overline{m}g}{\left(\frac{d}{2}\right)^2\pi} = \frac{0,244(1 \pm 0,02)kg \cdot 9,81m/s^2}{36 \cdot 10^{-10}m^2 \cdot \pi} = 2,1 \cdot 10^4 \cdot (1 \pm 0,02)N/cm^2$$