

VEŽBA BROJ 5

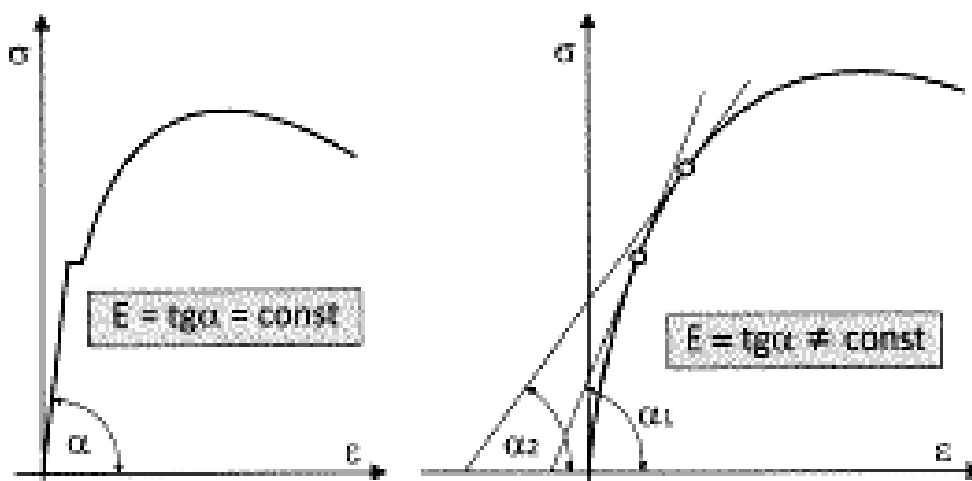
ODREĐIVANJE MODULA ELASTIČNOSTI ZATEZANJEM

Modul elastičnosti ili koeficijent proporcionalnosti (prema Hukovom zakonu) predstavlja otpor materijala prema elastičnoj deformaciji tj.

$$\sigma = E * \varepsilon \quad (1)$$

Gde je σ – normalni napon
E- modul elastičnosti
 ε – deformacija

Izraz (1) u matematičkom smislu predstavlja jednačinu prave (eksplicitna jednačina prave je $y = m \cdot x$ u kojoj je modul elastičnosti koeficijent pravca linearnog dela krive slika 1)



Slika 1 Grafičko određivanje modula elastičnosti

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \operatorname{tg} \alpha$$

Gde je α – ugao nagiba linearnog dela krive sa slike 1

$$E_1 = \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$E_2 = \operatorname{tg} \alpha_2$$

Ako je $\sigma = \frac{F}{S_0}$ i $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ sledi

$$E = \frac{F / S_0}{\Delta L / L_0} = \frac{F * L_0}{S_0 * \Delta L} [MPa]$$

Modul elastičnosti može da se odredi:

- Grafičkom metodom
- Metodom ekstenzometra

Grafičkom metodom se određuje se približna vrednost modula elastičnosti. Kod materijala koji pokazuju linearnu zavisnost promene napona u odnosu na promenu izduženja, ugao α ima konstantnu vrednost u području proporcionalnosti, a $tg\alpha$ daje vrednost modula elastičnosti.

Kod materijala kod kojih nije izražena linearna zavisnost promene napona i izduženja, (slika 1b), modul elastičnosti se menja u zavisnosti od napona i može se izraziti koeficijentom pravca tangente na krivu u tački koja odgovara datom naponu. U ovom slučaju modul elastičnosti nije konstantna veličina već opada sa porastom napona.

- **Metod ekstenzometra**

Tačno određivanje modula elastičnosti vrši se u laboratorijskim uslovima zatezanjem epruvete na bazi preciznog merenja sile i njome izazvane deformacije.

Male deformacije koje nastaju u toku ispitivanja, mere se preciznim instrumentima-ekstenzometrima.

Princip merenja

Na epruvetu se pričvrste dva ekstenzometra koji rade nezavisno jedan od drugog i na kojima se očitavaju priraštaji dužine epruvete $L-L_0$ (L_e-L_{e0}) u toku povećanja opterećenja. Radi lakšeg naknadnog izračunavanja modula bira se priraštaj sile $\Delta F = konst.$ i vodi se računa da se ne prekorači vrednost sile koja odgovara granici elastičnosti.

Na početku ispitivanja, epruveta na kojoj su postavljeni ekstenzometri predopteretiti se silom ne većom od $F_0 = 2kN$, radi smanjenja proklizavanja epruvete u čeljustima mašine.

Priraštaj dužine epruvete za izračunavanje modula elastičnosti uzima se kao srednja vrednost svih priraštaja ostvarenih u toku ispitivanja:

$$\Delta L = L - L_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L_i}{n}$$

Uobičajeno je da se ispitivanje realizuje u dve serije merenja s tim da se u drugoj seriji primenjuje nova vrednost priraštaja sile ΔF a tako izabrane vrednosti se održavaju konstantnim u toku izvođenja serije ispitivanja.

Za svaku seriju se izračunava modul elastičnosti koristeći izraz

$$E = \frac{\Delta F}{S_0} * \frac{L_{e0}}{\Delta L} = n * \frac{\Delta F}{S_0} * \frac{L_{e0}}{\sum_{i=1}^n \Delta L_i}$$

Konačna vrednost modula elastičnosti izračunava se pomoću izraza za harmonijsku sredinu primenjenog na rešenja za obe serije

$$E = \frac{2 * E_1 * E_2}{E_1 + E_2}$$

gde su E_1 i E_2 moduli elastičnosti određene u prvoj, odnosno u drugoj seriji ispitivanja.

1. Definisati modul elastičnosti.

2. Izvesti matematički izraz za modul elastičnosti

3. Odrediti eksperimentalnim putem modul elastičnosti.

Materijal	Oznaka	Č1730		Dimenzije
Dimenzija uzorka	D_0	7		mm
Površina preseka	S_0	38,465		mm ²
Merna dužina	L_0	100		mm
Sila predopterećenja	F_0	1000		N
Porast sile	ΔF	3000		N

Sila, N	Deformacija	$\Delta L'$	Deformacija	$\Delta L''$	$\Delta L = \frac{\Delta L' + \Delta L''}{2}$
3000	0,03	/	0,03	/	/
6000	0,07	0,04	0,07	0,04	0,04
9000	0,11	0,04	0,11	0,04	0,04
12000	0,14	0,03	0,14	0,03	0,03
15000	0,18	0,04	0,17	0,03	0,035
18000	0,21	0,03	0,20	0,03	0,03
Srednja vrednost svih merenja	$\Delta L_{SR} = \frac{\Sigma \Delta L}{n}$ rešenje 0,036mm				
Modul elastičnosti	$E = \frac{\Delta F \cdot L_0}{S_0 \cdot \Delta L_{SR}}$ rešenje 216GPa				