

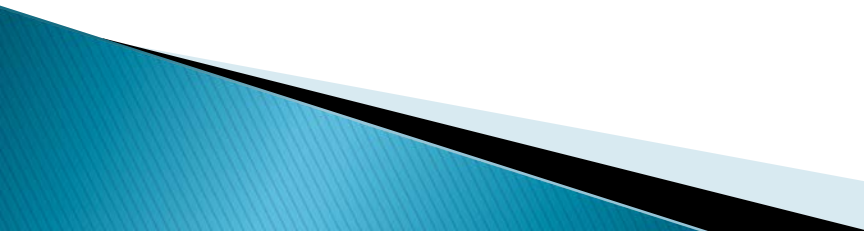
Otpornost materijala

Dimenzionisanje aksijalno napregnutog štapa,
dozvoljeni napon, stepen sigurnosti

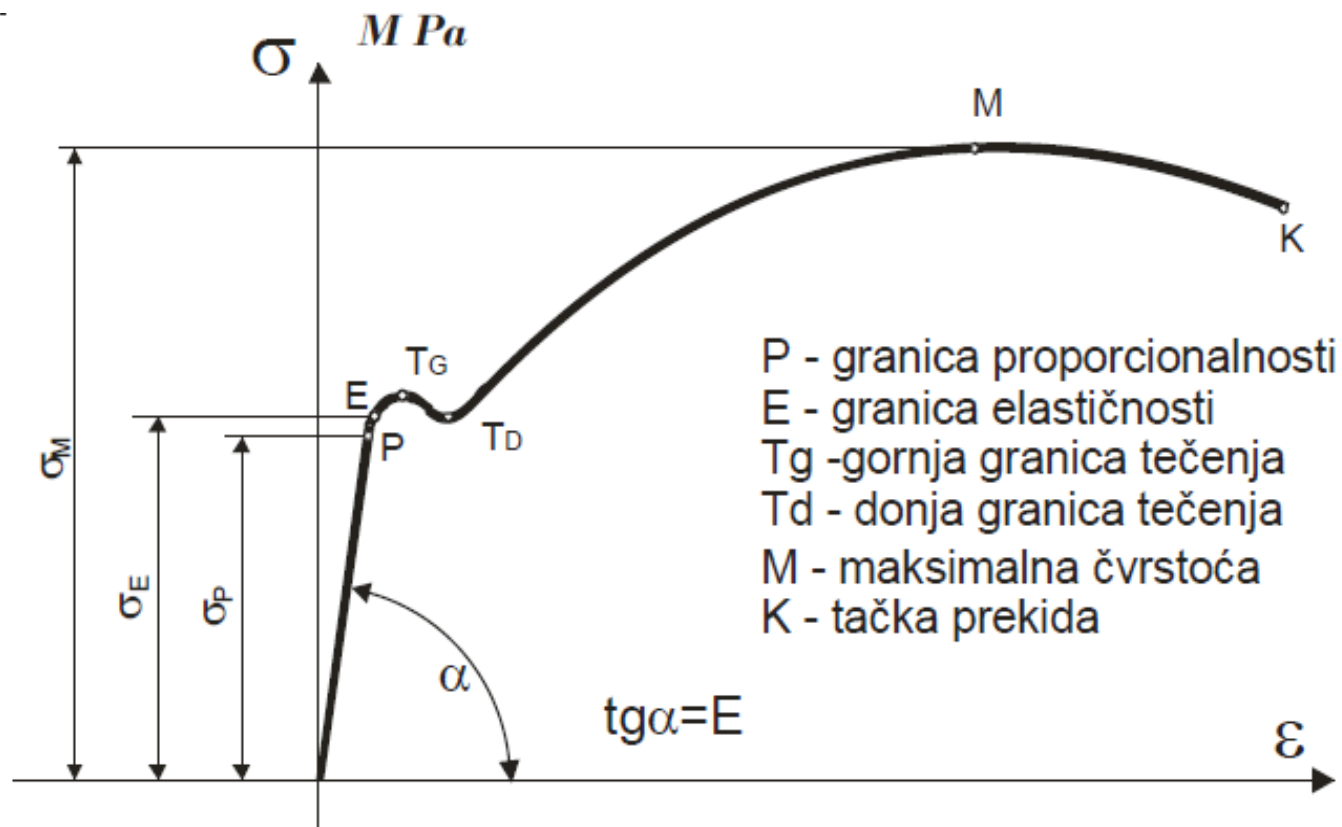
Dimenzionisanje aksijalno napregnutog štapa

- ▶ Ako na isto telo primenimo spoljašnje sile menja se i raspodela unutrašnjih sila zbog čega delići nastoje da predju u nove ravnotežne položaje pa se njihov uzajmni položaj menja.
- ▶ Promena uzajmnog položaja delića predstavlja lokalnu deformaciju tela.
- ▶ Usled lokalnih deformacija, telo kao celina menja svoje dimenzije i/ili svoj oblik te za njega kažemo da je **deformisano**.
- ▶ Deformacije tela zavise od raspodele napona koji se uvek javljaju u telu kada na njega deluju spoljašnje sile.

Dimenzionisanje aksijalno napregnutog štapa

- ▶ Dijagram napona σ i dilatacije ϵ daje zavisnost između napona i dilatacije.
Ova zavisnost dobije se ispitivanjem na probnim epruvetama na posebnim mašinama za ispitivanje.
 - ▶ Za slučaj istežanja ispitivanje se vrši na mašini koja se zove kidalica.
 - ▶ Ove mašine automatski crtaju dijagram istežanja.
- 

Dozvoljeni napon mora biti manji od napona na granici proporcionalnosti



Dimenzionisanje aksijalno napregnutog štapa

- ▶ Kao što se sa slike vidi, linearna zavisnost napona σ od relativnog istežanja ε vredi u oblasti malih relativnih istežanja (npr manjih od 0,1%) do tačke P - tzv granice proporcionalnosti, tj za napone manje od napona σ_P koji se naziva napon na granici proporcionalnosti.
- ▶ U oblasti malih deformacija zaključno sa tačkom E telo se po prestanku dejstva sila istežanja vraća u prvobitno stanje te za deformacije u ovoj oblasti kažemo da su elastične, dok za defomacije zaključno sa tačkom P kažemo da su linearne i elastične.

Dimenzionisanje aksijalno napregnutog štapa

- ▶ 1. Zatezna čvrstoća predstavlja izračunati napon koji proizvodi maksimalna sila zatezanja F_m na jedinicu površine prvobitnog preseka epruvete

$$\sigma_m = F_m / A_0$$

- ▶ 2. Granica razvlačenja predstavlja izračunati napon koji proizvodi sila F_v na jedinicu površine prvobitnog preseka epruvete.

$$\sigma_v = F_v / A_0$$

Granica razvlačenja predstavlja prelaz od elastičnog ka plastičnom području.

Dozvoljeni napon

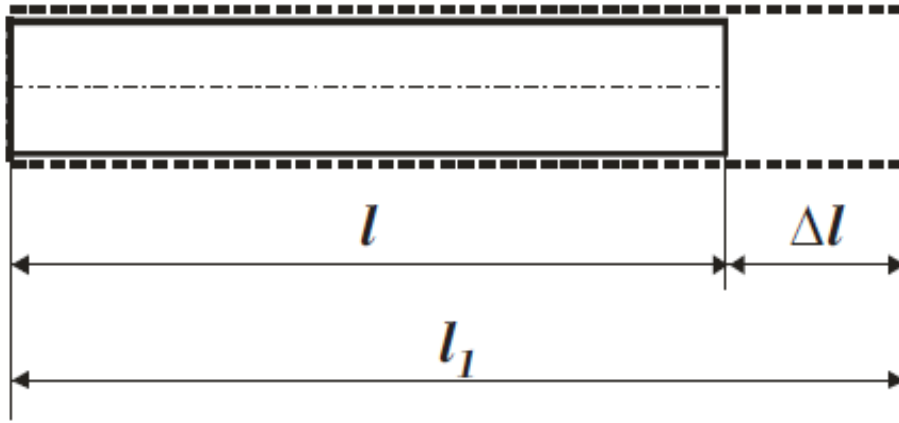
Dozvoljeni napon je količnik jačine na kidanje, zatezne čvrstoće, od kog je proračunavani deo i stepena sigurnosti

$$\sigma_{doz} = \sigma_d = \frac{\sigma_M}{\nu}$$

Uticaj temperature na deformacije i napone

- Pod uticajem toplote sva tela se šire
- Širenje zavisi od materijala i temperaturne razlike
- Promena dužine štapa proporcionalna je dužini štapa, vrsti materijala i promeni temperature

Uticaj temperature na deformacije i napone

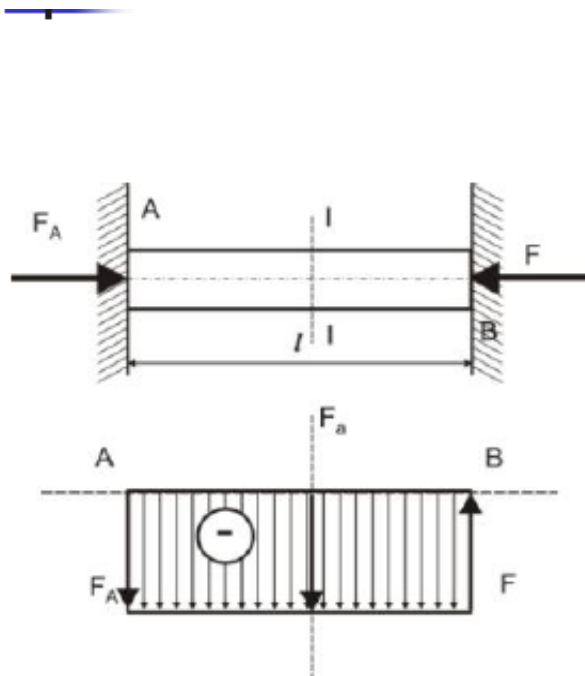


$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

$$\Delta l = l_1 - l$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \alpha \cdot \Delta t$$

Unutrašnje sile i naponi usled zagrevanja



- Ravnoteža spoljašnjih i unutrašnjih sila
- Dijagram promene aksijalne sile za statički neodređen nosač

$$\sum F_z = F_A - F_B = 0$$

$$\sum F_z = F - F_a = 0$$

- Usled promene toplote nastaje izduženje štapa
- Pošto između oslonaca ne dolazi do izduženja, raste napon u samom štapu

Unutrašnje sile i naponi usled zagrevanja

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \alpha \cdot \Delta t$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\sigma = \frac{F_a}{A_o} \Rightarrow F_a = \sigma \cdot A_o$$

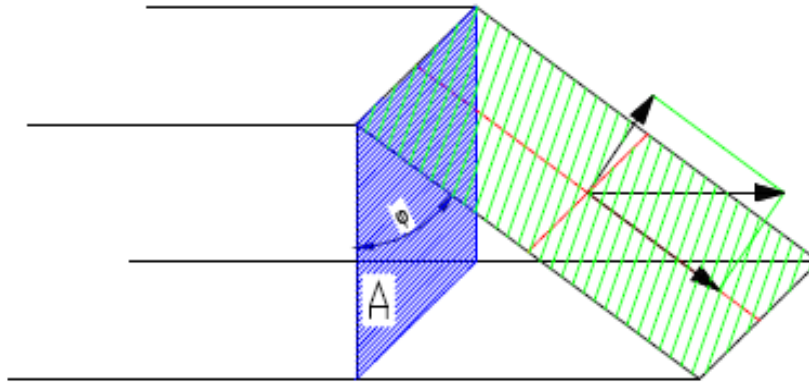
Ako je nastala deformacija u zoni elastičnosti materijala, za postojeću temperaturnu razliku nastala bi dilatacija

Prema Hukovom zakonu napon je definisan kao proizvod modula elastičnosti i dilatacije

Može se odrediti i unutrašnja sila

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa

Ako analiziramo aksijalno napregnut štap i neki presek pod uglom φ



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{F}{A_\varphi}$$

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa

- U svakoj tački poprečnog preseka aksijalno napregnutog štapa javlja se normalni napon σ , a tangentsnog napona τ nema

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

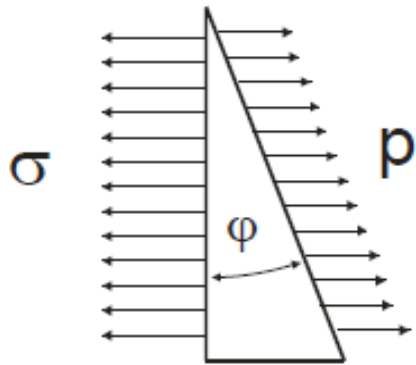
- (napon je vektorska veličina ima pravac, smer i intenzitet)
- U kosom preseku aksijalno napregnutog štapa javlja se totalni napon p

$$p = \frac{F}{A_\varphi}$$

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa

- Ako analiziramo uočeni normalni presek i kosi presek pod uglom φ

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad p = \frac{F}{A_\varphi}$$



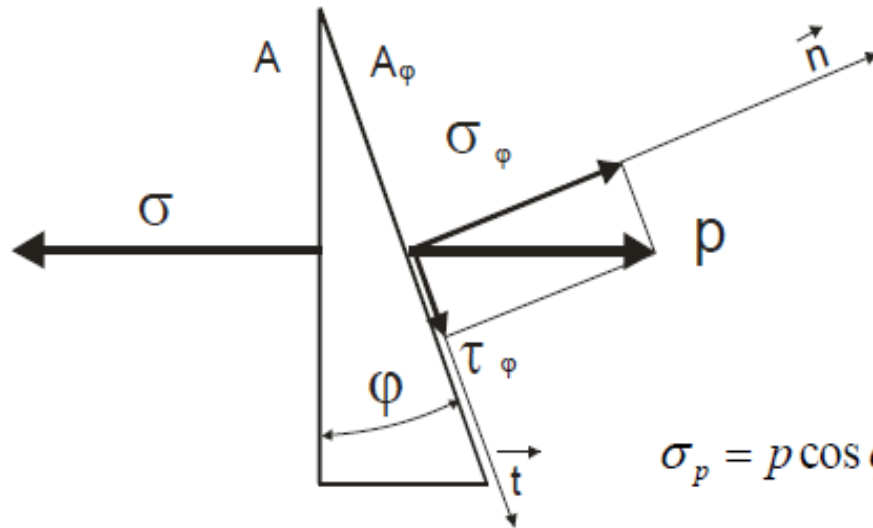
$$\sum F_z = p \cdot A_\varphi - \sigma \cdot A = 0$$

$$A_\varphi = \frac{A}{\cos \varphi}$$

$$p = \sigma \frac{A}{A_\varphi} = \sigma \frac{A}{\frac{A}{\cos \varphi}} = \sigma \cos \varphi$$

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa

- Komponente napona u pravcu normale i tangente na posmatrani kosi presek



$$\sigma_p = p \cos \varphi = \sigma \cos^2 \varphi = \frac{1}{2} \sigma (1 + \cos 2\varphi)$$

$$\tau_p = p \sin \varphi = \sigma \sin \varphi \cos \varphi = \frac{1}{2} \sigma \sin 2\varphi$$

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa

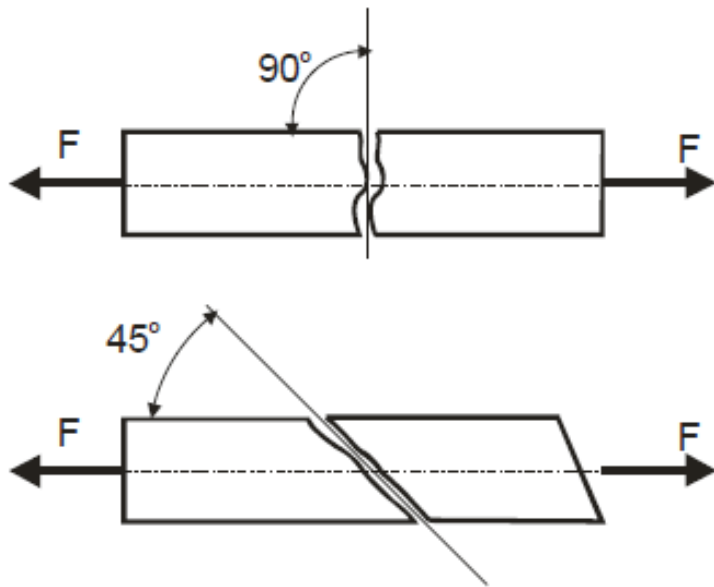
- Analizom dobijenih izraza u funkciji ugla φ

$$\sigma_p = \frac{1}{2}\sigma(1 + \cos 2\varphi) \quad i \quad \tau_p = \frac{1}{2}\sigma \sin 2\varphi$$

imajući na umu $p = \sqrt{\sigma_\varphi^2 + \tau_\varphi^2}$

- Najveći normalni naponi su za $\varphi=0^\circ$ $\sigma_{\max} = \sigma$,
a najmanji, odnosno jednaki nuli za $\varphi=90^\circ$ $\sigma_{\min} = 0$
- Najveći tangencijalni i najmanji naponi su za
 $\varphi=45^\circ$ $\tau_{\max, \min} = \pm \frac{1}{2} \sigma$

Napon u kosom preseku aksijalno napregnutog štapa



- Kod krtih materijala (kaljenih čelika, sivog liva ili kamena) prekid je poprečan
- Kod plastičnih, mekih, materijala (meki čelik, bakar, aluminijum) pucaju pod uglom od 45°