

Téma: KRIVKA DEFORMÁCIE A HOOKOV ZÁKON
Dátum: 14. novembra 2024
Vypracoval: Dáša Lipovská 2.C
Spolupracovali: Tamara Pohlodová, Katarína Procházková, Soňa Radačovská

Teoretický úvod:

Pôsobením vonkajších síl na pevné teleso dochádza k zmene jeho tvaru = deformácií.

Ak prestanú pôsobiť vonkajšie sily a pevné teleso nadobudne svoj pôvodný tvar ide o pružné (elastické) teleso, jeho deformácia je dočasná (napr. predĺženie pružiny). Pevné telesá, u ktorých je deformácia trvalá sú plastické (napr. kovanie a valcovanie kovového telesa).

Rozlišujeme päť deformácií : ťahom, tlakom, ohybom, šmykom, krútením.

Pri deformácii ťahom dochádza pôsobením vonkajších síl k zväčšovaniu vzdialenosti medzi časticami. Následkom čoho je, že vo vzájomnom pôsobení častíc prevládajú príťažlivé sily. Voláme ich sily pružnosti.

Ak je teleso pružne deformované, pôsobia sily pružnosti na ľubovoľný priečny rez telesa z oboch strán. V ľubovoľnom priečnom reze telesa počas deformácie dochádza k stavu napätosti. Napätosť vyjadrujeme normálovým napätím.

$$\sigma = \frac{F_p}{S}$$

F_p = sila pružnosti pôsobiaca kolmo na rez

S = obsah rezu, na ktorý pôsobí príťažlivá sila

Počas deformácie dochádza k zmene pôvodných rozmerov telesa = relatívne (pomerné) predĺženie.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Δl = rozdiel počiatočnej a koncovej dĺžky

l_0 = počiatočná dĺžka

Ak sa postupne zväčšujú veľkosti síl, ktoré ťahom deformujú teleso, môžeme experimentálne sledovať závislosť normálového napätia od relatívneho predĺženia. Túto závislosť dokážme určiť grafom funkcie $\sigma_n = f(\varepsilon)$. Tento graf voláme krivka deformácie. Tento fakt objavil v roku 1676 anglický fyzik Robert Hooke, preto ho nazývame Hookov zákon. Jeho znenie je : Normálové napätie σ_n je priamo úmerné relatívnemu predĺženiu ε .

OA = oblasť pružnej deformácie

σ_u = medza úmernosti

AB = oblasť dopružovania (deformácia nezanikne hneď, ale po istom čase)

σ_d = medza pružnosti

BE = oblasť plastickej deformácie (deformácia nezanikne, je trvalá)

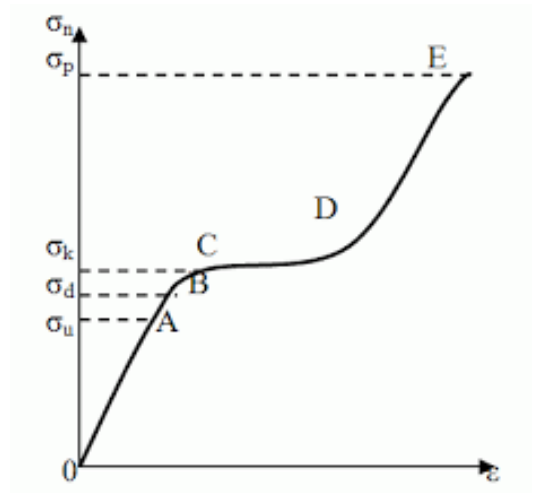
CD = oblasť tečenia materiálu (dôjde k malej zmene normálového napätia ale veľkej zmene relatívneho predĺženia)

σ_k = medza klzu (prietlačnosti)

DE = oblasť spevnenia materiálu

σ_p = medza pevnosti

Ak sa prekročí medza pevnosti, dôjde k pretrhnutiu telesa.



Úloha:

Potvrďte Hookov zákon vytvorením krivky deformácie gumičky.

Pomôcky:

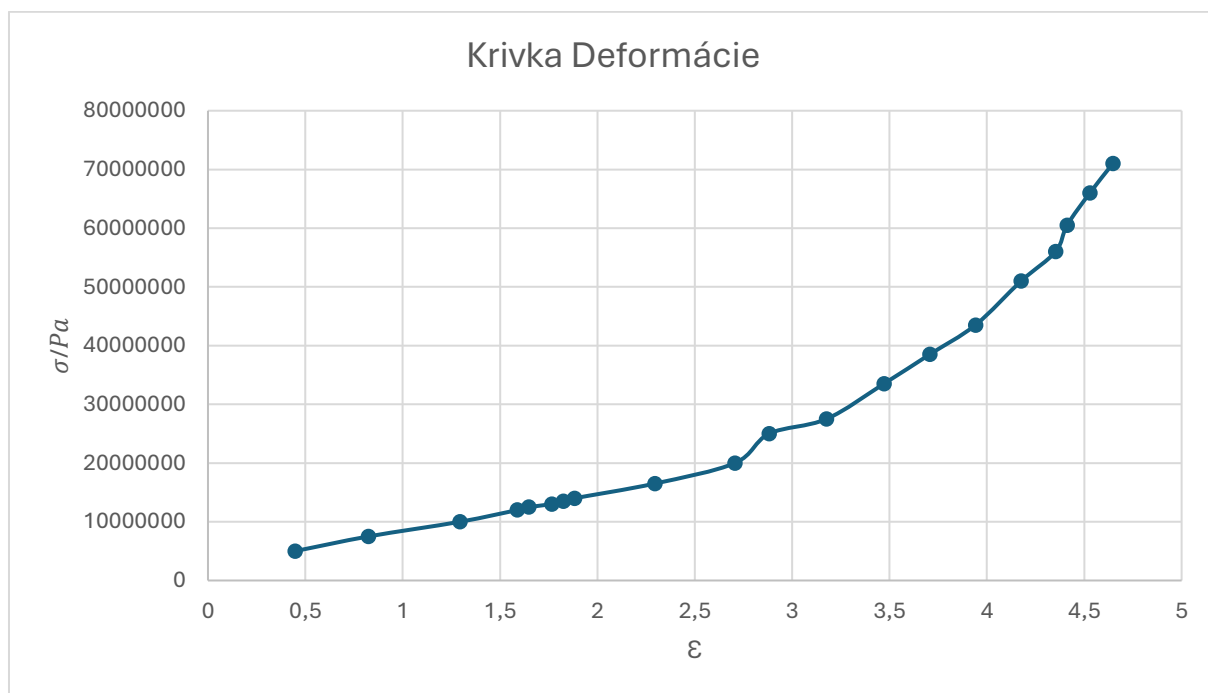
sada závaží, stojan, gumička, posuvné meradlo, pravítko

Postup:

1. Zmerajte strany a dĺžku gumičky posuvným meradlom, zapíšte.
2. Zostavte stojan, zaveste naň gumičku.
3. Zaveste závažie (s ľubovoľnou váhou) na gumičku. Váhu závažia zapíšte do tabuľky.
4. Pravítkom odmerajte dĺžku gumičky, zapíšte.
5. Proces opakujte až do momentu deformácie, pretrhnutia gumičky.
6. Vypočítajte normálové napätie a relatívne predĺženie všetkých meraní. Zapíšte do tabuľky.
7. Z vypočítaných normálových napätí a relatívnych predĺžení vytvorte krivku deformácie.

Tabuľka:

Číslo merania	m/kg	l/m	σ/Pa	ε
1.	0,10	0,123	$0,50 \times 10^7$	0,447
2.	0,15	0,155	$0,75 \times 10^7$	0,824
3.	0,20	0,195	$1,00 \times 10^7$	1,294
4.	0,24	0,220	$1,20 \times 10^7$	1,588
5.	0,25	0,225	$1,25 \times 10^7$	1,647
6.	0,26	0,235	$1,30 \times 10^7$	1,765
7.	0,27	0,240	$1,35 \times 10^7$	1,824
8.	0,28	0,245	$1,40 \times 10^7$	1,882
9.	0,33	0,280	$1,65 \times 10^7$	2,294
10.	0,40	0,315	$2,00 \times 10^7$	2,706
11.	0,46	0,330	$2,50 \times 10^7$	2,882
12.	0,55	0,355	$2,75 \times 10^7$	3,176
13.	0,67	0,380	$3,35 \times 10^7$	3,471
14.	0,77	0,400	$3,85 \times 10^7$	3,706
15.	0,87	0,420	$4,35 \times 10^7$	3,941
16.	1,02	0,440	$5,10 \times 10^7$	4,176
17.	1,12	0,455	$5,60 \times 10^7$	4,353
18.	1,21	0,460	$6,05 \times 10^7$	4,412
19.	1,32	0,470	$6,60 \times 10^7$	4,529
20.	1,42	0,480	$7,10 \times 10^7$	4,647

Graf:

Výpočty:

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$l_0 = 0,085 \text{ m}$$

$$a = 0,001 \text{ m}$$

$$\sigma_n = \frac{F_n}{2S} = \frac{m_n g}{2S}$$

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{(l_n - l_0)}{l_0}$$

$$S = a^2 = 0,001^2 \text{ m}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_{20} = \frac{F_{20}}{2S} = \frac{m_{20}g}{2S} = \frac{1,42 \text{ kg} \times 10 \frac{m}{s^2}}{2 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_p = 7,10 \times 10^7 \text{ Pa}$$

$$\varepsilon_{20} = \frac{(l_{20} - l_0)}{l_0} = \frac{(0,480 \text{ m} - 0,085)}{0,085}$$

$$\varepsilon_{20} = 4,647$$

Záver:

Deformovaním gumičky sme overili Hookov zákon. Jej pôvodná dĺžka bola 0,085 m. Po jej zavesení na stojan a postupným pridávaním závaží rôznych hmotností sa gumička deformovala a nakoniec pretrhla pri dĺžke 0,480 m. Podarilo sa nám na ňu zavesiť 20 závaží s celkovou hmotnosťou 1,42 kg. Medzu pevnosti sme prekročili pri normálovom napätí $7,10 \times 10^7 \text{ Pa}$ a relatívnom predĺžení 4,647. Podľa údajov, ktoré sme si počas merania zaznamenali do tabuľky sme neskôr vytvorili graf deformácie gumičky.