

Laboratórne cvičenie

Téma: Krivka deformácie a Hookov zákon

Dátum: 4.12.2024

Vypracovala: Júlia Reviľáková

Spolupracovali: Alexandra Cuperová, Diana Pankuchová

Teoretický úvod:

Pevné väzby medzi časticami pevnej látky spôsobujú, že základnou charakteristikou pevných telies je ich tvar. Zmenu tvaru pevného telesa spôsobenú účinkom vonkajších síl nazývame deformácia.

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 pružne deformovanom pevnom telese pôsobia na plochu ľubovoľného priečneho rezu z oboch strán sily pružnosti-príťažlivé sily, ktoré prevládajú vo vzájomnom pôsobení častíc a vznikajú pôsobením vonkajších ťahových síl, keď sa zväčšujú vzdialenosti medzi časticami. Keď je pevné teleso deformované ťahom silami s veľkosťou F , je v rovnovážnom stave telesa veľkosť sily pružnosti $F_p = F$.

V ľubovoľnom priečnom reze telesa vzniká pri deformácii stav napätosti, ktorý posudzujeme pomocou veličiny normálové napätie σ_n definované vzťahom:

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

kde F_p je veľkosť sily pružnosti pôsobiaca kolmo na plochu rezu s obsahom S . Jednotkou normálového napätia je pascal (Pa).

Deformácia, ktorá spôsobuje zmenu pôvodných rozmerov telesa nazývame relatívne predĺženie ε definované vzťahom:

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

kde Δl je predĺženie a l_0 je pôvodná dĺžka.

Pri postupnom zväčšovaní veľkosti síl deformujúcich skúmaný materiál môžeme experimentálne sledovať závislosť normálového napätia σ_n od relatívneho predĺženia ε .

Grafická závislosť $\sigma_n = f(\varepsilon)$ je krivka deformácie.

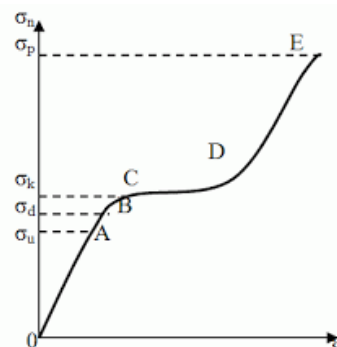
Úsečka OA zodpovedá pružnej deformácii.

Normálové napätie σ_n je priamo úmerné relatívnemu predĺženiu ε . Tento poznatok nazývame Hookov zákon.

Tento zákon matematicky zapíšeme: $\sigma_n = E\varepsilon$

kde konštanta úmernosti E je modul pružnosti v ťahu.

Bod A označuje $\sigma_u \rightarrow$ medza úmernosti.



Úsek AB → dopružovanie, teda deformácia nezanikne ihneď po pôsobení síl, ale po určitom čase.

Bod B označuje σ_d → medza pružnosti.

Úsek BE → plastická deformácia.

Úsek CD → tečenie materiálu, čiže malej zmene normálového napätia zodpovedá veľká zmena relatívneho predĺženia.

Bod D označuje σ_k → medza klzu (medza prietlačnosti).

Úsek DE → spevnenie materiálu.

Bod E označuje σ_p → medza pevnosti, kde po jej prekročení sa materiál pretrhne.

Úloha: Potvrďte Hookov zákon vytvorením krivky deformácie gumičky.

Pomôcky: závažia, stojan, gumička, posuvné meradlo, pravítko

Postup:

1. Zmerajte strany a dĺžku gumičky posuvným meradlom, zapíšte.
2. Zostavte stojan, zavesťe naň gumičku.
3. Zavesťe 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]	F [N]	σ [Pa]	ϵ
1.	0,10	0,088	1,0	347 222,2222	0,2571428571
2.	0,20	0,143	2,0	694 444,4444	1,0428571430
3.	0,30	0,213	3,0	1 041 666,6670	2,0428571430
4.	0,40	0,261	4,0	1 388 888,8890	2,7285714290
5.	0,50	0,295	5,0	1 736 111,1110	3,2142857140
6.	0,59	0,310	5,9	2 048 611,1110	3,4285714290
7.	0,69	0,327	6,9	2 395 833,3330	3,6714285710
8.	0,79	0,337	7,9	2 743 055,5560	3,8142857140
9.	0,89	0,355	8,9	3 090 277,7780	4,0714285710
10.	0,99	0,364	9,9	3 437 500,0000	4,2000000000
11.	1,09	0,372	10,9	3 784 722,2220	4,3142857140
12.	1,15	0,379	11,5	3 993 055,5560	4,4142857140
13.	1,25	0,386	12,5	4 340 277,7780	4,5142857140
14.	1,35	0,393	13,2	4 687 500,0000	4,6142857140
15.	1,45	0,396	14,5	5 034 722,2220	4,6571428570
16.	1,55	0,409	15,5	5 381 944,4440	4,8428571430
17.	1,65	0,413	16,5	5 729 166,6670	4,9000000000
18.	1,75	0,416	17,5	6 076 388,8890	4,9428571430
19.	1,85	0,422	18,5	6 423 611,1110	5,0285714290
20.	1,95	0,427	19,5	6 770 833,3330	5,1000000000
21.	2,05	0,439	20,5	7 118 055,5560	5,2714285710
22.	2,15	0,441	21,5	7 465 277,7780	5,3000000000

Výsledky merania:

$$\sigma_n = \frac{F}{S} \rightarrow \sigma_n = \frac{mg}{2ab}$$

$$S = 2 \cdot a^2 = 2 \cdot (0,0012)^2 \text{ m} = 2,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \rightarrow \epsilon = \frac{l - l_1}{l_1}$$

$$l_1 = 0,07 \text{ m}$$

$$\sigma_n = E \cdot \epsilon$$

Výpočty:

$$\sigma_n = \frac{F}{S} = \frac{mg}{2 \cdot a^2}$$

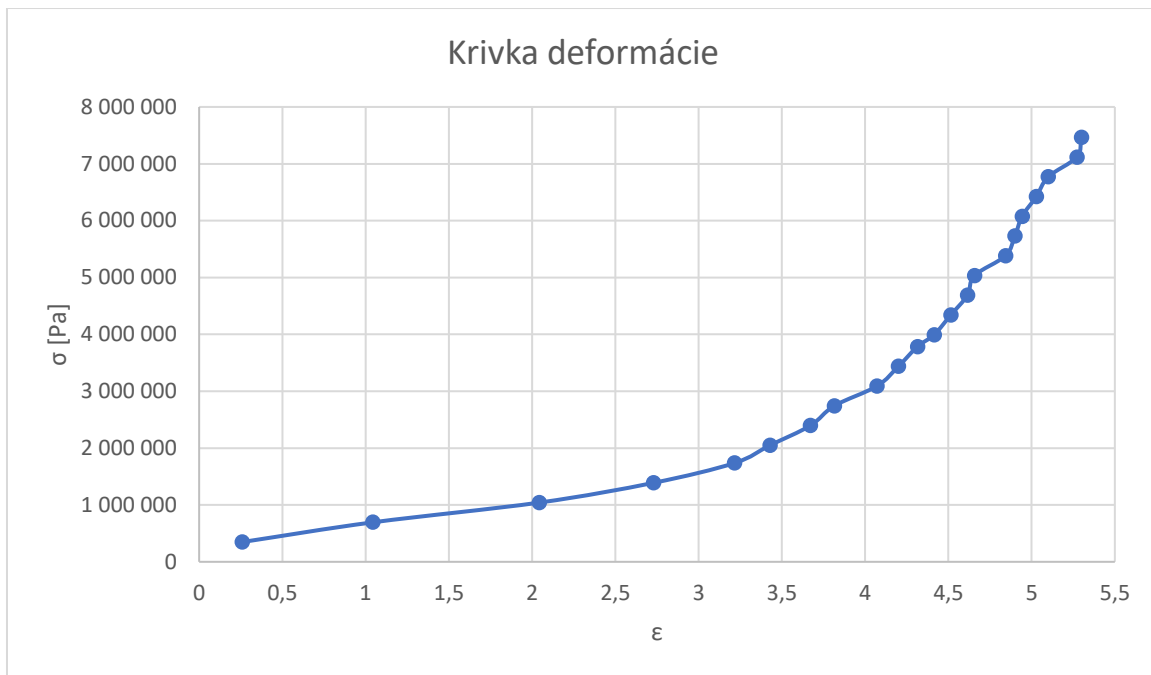
$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_1} = \frac{l - l_1}{l_1}$$

$$\sigma_n = E \cdot \epsilon$$

$$\sigma_1 = \frac{1}{2,88 \cdot 10^{-6}} = 347\,222,2222 \text{ Pa}$$

$$\epsilon_1 = \frac{0,088 - 0,07}{0,07} = 0,2571428571$$

Graf:



Záver: V tomto laboratórnom cvičení sa zisťovali platnosť Hookovho zákona pomocou gumičky. Na gumičku sme dávali záťaž a pozorovali sme zmenu dĺžky gumičky, ktorej pôvodná dĺžka bola 0,07 m. Namerané hodnoty sme zapísali do tabuľky a vypočítali normálové napätie (σ_n) a relatívne predĺženie (ϵ).

Naším pokusom sme nedokázali zistiť medzu pevnosti, pretože sa nám gumičku nepodarilo pretrhnúť z dôvodu nedostatočného priestoru. Chyby merania mohli byť spôsobené nedostatočne dlhou meracou pomôckou.