

Laboratórny protokol č. 2

Téma: Krivka deformácie – deformácia gumičky

Dátum: 14.11.2024

Trieda: 2.c

Vypracoval: Aneta Michalová

Spolupracovali: Eva Poperníková, Lea Kolačková, Dávid Smažil

Teoretický úvod: Krivka deformácie predstavuje grafické zobrazenie vzťahu medzi napätím a predĺžením materiálu pri pôsobení ťahovej sily. Pri štúdiu mechanických vlastností materiálov je dôležité sledovať, ako sa materiál správa pri zaťažení, konkrétne pri pôsobení napätia, ktoré spôsobuje jeho deformáciu. Tento vzťah sa dá zobrazit' na grafe, kde na osi x je relatívne predĺženie (deformácia) a na osi y je normálové napätie.

Deformácia môže byť elastická alebo plastická:

- Elastická deformácia nastáva, keď po uvoľnení zaťaženia materiál obnoví svoj pôvodný tvar a rozmery. V tomto prípade sa hovorí o pružných materiáloch. V grafickom zobrazení napätia a deformácie je elastická deformácia znázornená lineárnym úsekom.
- Plastická deformácia je stav, kedy po prekročení určitej hranice – medze pružnosti - materiál zostáva trvalo deformovaný aj po odstránení zaťaženia. V tejto fáze krivky deformácie je vzťah medzi napätím a predĺžením nelineárny.

Jedným z kľúčových parametrov v tejto oblasti je Hookov zákon, ktorý hovorí, že v elastickej oblasti je normálové napätie priamo úmerné deformácii:

$$\sigma_n = E \cdot \varepsilon$$

σ_n – normálové napätie

E – Youngov modul pružnosti v ťahu

ε - relatívna deformácia

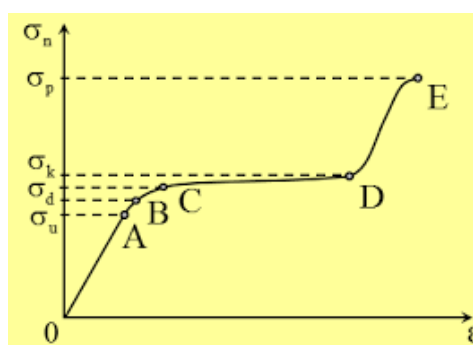
Pri skúmaní gumičky očakávame, že sa správa elasticky pri menších zaťaženiach, a po prekročení určitej úrovne záťaže začne dochádzať k jej plastickej deformácii. Naším cieľom je experimentálne zistiť medzu pevnosti materiálu, z ktorého je gumička vyrobená. To znamená, že gumičku budeme zaťažovať do takej miery až dôjde k jej pretrhnutiu.

σ_u – medza úmernosti

σ_d – medza pružnosti

σ_k – medza klzu (CD)

σ_p – medza pevnosti



Úloha:	Určiť krivku deformácie gumičky
Pomôcky:	laboratórny stojan, gumička, sada závaží, meter, posuvné meradlo s nóniom
Postup:	1. Posuvným meradlom si odmeriame dĺžku strany prierezu gumičky 2. Vypočítame obsah prierezu gumičky 3. Nastavíme stojan a zavesíme naň gumičku 4. Odmeriame dĺžku zavesenej gumičky 5. Na gumičku postupne vešiame závažia, pokiaľ sa nepretrhne 6. Vypočítame krivku deformácie 7. Načrtne graf krivky deformácie

Výpočty: $a = 1,5 \text{ mm} = 0,0015 \text{ m}$ $l_1 = 4,4 \text{ cm} = 0,044 \text{ m}$ $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$S_p = a^2 m$$

$$S_p = 0,0015^2 m$$

$$S_p = 2,25 \cdot 10^{-6} m^2$$

- výpočet normálového napätia - σ_n :

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

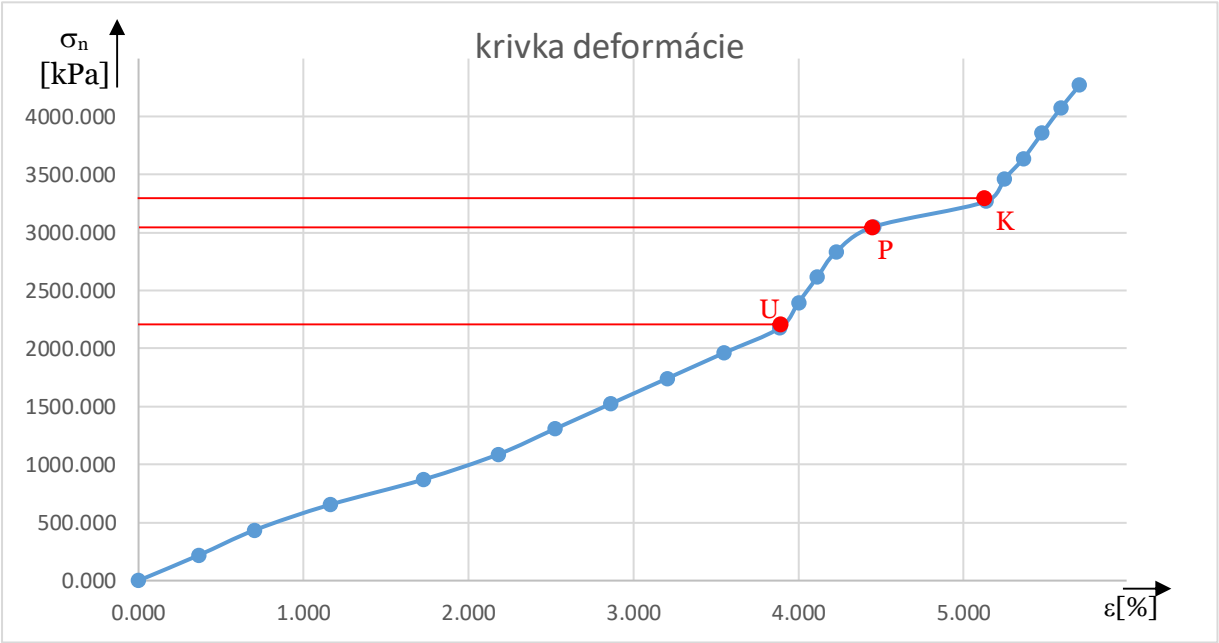
- výpočet relatívneho predĺženia - ε :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1} = \frac{l_2 - l_1}{l_1}$$

Tabuľka:

Hmotnosť závažia m (kg)	Veľkosť sily F (N)	Dĺžka gumičky l (m)	Normálové napätie σ_n (kPa)	Relatívne predĺženie ε
0,00	0,000	0,044	0,000	0,000
0,10	0,980	0,060	217,778	0,364
0,20	1,960	0,075	435,556	0,705
0,30	2,940	0,095	653,333	1,159
0,40	3,920	0,120	871,111	1,727
0,50	4,900	0,140	1088,889	2,182
0,60	5,880	0,155	1306,667	2,523
0,70	6,860	0,170	1524,444	2,864
0,80	7,840	0,185	1742,222	3,205
0,90	8,820	0,200	1960,000	3,545
1,00	9,800	0,215	2177,778	3,886
1,10	10,780	0,220	2395,556	4,000
1,20	11,760	0,225	2613,333	4,114
1,30	12,740	0,230	2831,111	4,227
1,40	13,720	0,240	3048,889	4,455
1,50	14,700	0,270	3266,667	5,136
1,59	15,582	0,275	3462,667	5,250
1,67	16,366	0,280	3636,889	5,364
1,77	17,346	0,285	3854,667	5,477
1,87	18,326	0,290	4072,444	5,591
1,96	19,208	0,295	4268,444	5,705

Graf:



Záver:

Počas statickej ťahovej skúšky sa nám nepodarilo doceliť pretrhnutie testovanej gumičky aj napriek použitiu všetkých závaží, ktoré sme mali k dispozícii a rovnako sme počas merania narazili na priestorové obmedzenie meracej sústavy. Na základe toho môžeme usúdiť, že ťahová skúška nebola úspešná, v pravom zmysle slova, keďže našim cieľom bolo zistiť medzu pevnosti testovaného materiálu. Na druhej strane, ale môžeme konštatovať, že testovaný materiál je pevný a elastický, a tým pádom sme nedosiahli plastickú deformáciu, iba elastickú.

Z nameraných a vypočítaných hodnôt v tabuľke sme zostavili grafickú závislosť relatívneho predĺženia testovanej gumičky od normálového napätia. V zostavenej závislosti sú zreteľné tri charakteristické body ťahového diagramu. Ako prvý bod **U**-medza úmernosti pri vypočítanom normálovom napätí $\sigma_u \approx 2177,778\text{kPa}$. Až po dosiahnutie tejto hodnoty vidíme v grafe lineárnu závislosť predĺženia testovanej gumičky od normálového zaťaženia. V tomto prípade je ešte nutné podotknúť, že odchýlky od ideálnej priamky sú spôsobené nepresnosťou merania. Druhým charakteristickým bodom je bod **P**-medza pružnosti, ktorú sme výpočtom stanovili na hodnotu $\sigma_d \approx 3048,889\text{kPa}$. Posledný charakteristický bod, ktorý sa nám počas statickej ťahovej skúšky podarilo určiť je bod **K**-medza klzu, ktorú sme výpočtom stanovili na hodnotu $\sigma_d \approx 3266,667\text{kPa}$.