

Youngův modul pružnosti

Youngův modul pružnosti je materiálová konstanta, tj. veličina charakteristická pro danou látku. Vypovídá o její pevnosti a možnosti její deformace. Čím je hodnota modulu vyšší, tím vyšší napětí je potřeba k dosažení stejné deformace. Youngův modul pružnosti se označuje písmenem E a nabývá vždy kladné hodnoty. Je pojmenován po anglickém lékaři a fyzikovi, Thomasovi Youngovi.

Youngův modul pružnosti závisí na druhu materiálu a na teplotě. Tak např. pro ocel má hodnotu 210 GPa, pro měď 80 GPa, pro iridium 530 GPa apod. Na teplotě závisí tak, že s rostoucí teplotou hodnota E klesá. Proto je potřeba udávat také hodnotu teploty, při které byla hodnota materiálové konstanty naměřena. Obvyklou jednotkou je N/mm² (MPa) nebo kN/cm², Pa je příliš malou jednotkou.

Rovnice

Youngův modul pružnosti je uváděn také v Hookově zákoně, a právě z něho se jeho rovnice dá odvodit.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

kde:

- E - Youngův modul pružnosti,
- σ - mechanické napětí v tahu,
- ϵ - poměrné prodloužení pod napětím, přičemž:

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

kde:

- Δl - prodloužení materiálu,
- l_0 - původní délka materiálu.

Měření

Youngův modul pružnosti se v praxi zjišťuje experimentálně např. měřením prodloužení drátu při jeho napínání nebo z tahového diagramu.

Využití

Využívá se při výpočtech. Například pro výpočet prodloužení konkrétního materiálu při konkrétním zatížení. Používá se rovnice:

$$\Delta l = \frac{l}{S \cdot E} \cdot F$$

kde:

- Δl - prodloužení materiálu,
- l - původní délka materiálu,
- S - průřez materiálu,
- E - Youngův modul pružnosti,
- F - tíha břemene.

V biomedicíně jsou zásadní následující oblasti využití:

- **biomechanika** - Obor zabývající se mechanickými vlastnostmi tkání a jejich aplikací v poměrně širokém spektru. Zahrnuje analýzu namáhání prvků pohybového aparátu, která přináší cenné poznatky pro protetickou techniku. Zahrnuje ale i např. bioreologii (mechanické vlastnosti krve a moči), biomechanickou analýzu cytoskeletu nebo forenzní biomechaniku (podrobná analýza úrazových dějů). Modul pružnosti představuje základní charakteristiku elastických vlastností tkání.
- **elastografie** - Zobrazovací metoda vizualizující modul pružnosti (přesněji tuhosti) tkání. Vlastní elastografie může být realizovaná několika způsoby, např. cestou zpracování dvou snímků z ultrazvuku, magnetické rezonance nebo cestou sofistikovanějšího ultrazvuku. Trochu nadneseně se o elastografii občas hovoří jako o elektronické palpaci.

Hodnoty

Hodnoty Youngova modulu pružnosti pro některé látky:

| Látka | Youngův modul pružnosti (GPa) |
|-------------------------|-------------------------------|
| Sklo | 72 |
| Guma (při malém napětí) | 0,01-0,1 |
| Titan | 105-120 |
| Karbid křemíku (SiC) | 450 |
| Diamant | 1050-1200 |
| Dubové dřevo | 11 |
| Bronz | 103-124 |

Odkazy

Související články

Použitá literatura

- MECHANIKA PRUŽNÉHO TĚLESA, Bohumil Vybíral (<http://fyzikalniolympiada.cz/texty/pruznost.pdf>)