

Příklad 1

- a) Odvoďte vztah mezi Poissonovým poměrem μ a poměrnou objemovou změnou Δ při elastické deformaci pevného tělesa.
- b) Vypočítejte hodnotu Poissonova poměru μ při elastické deformaci ploché zkušební tyče namáhané jednoosým tahem. Předpokládejte, že deformace jsou malé a že objemová změna během deformace je nulová.
- c) Poissonův poměr je pro většinu kovů je 0,3, pro korek je jeho hodnota blízká nule, pro gumu je přibližně 0,5. Jaká je přibližná objemová změna každého z těchto materiálů během elastické deformace při tahové deformaci o velikosti ε (délkovém přetvoření).

Příklad 2

Zvolte materiál pro výrobu rámu jízdního kola - volte co nejnižší váhu (hmotnost) pro konstruktérem zadanou tuhost. Předpokládejte, že trubka ze které je vyroben rám je v podstatě nosník délky l vetknutý na jednom konci. Průhyb na konci takového trubkového nosníku při působení síly F na konci je

$$\delta = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot \pi \cdot r^3 \cdot t} \quad (4-1)$$

$2r$ je průměr trubky (r je dáno konstruktérem) a t je tloušťka stěny, kterou můžete měnit. t je mnohem menší než r . Najděte kombinaci materiálových charakteristik, které určují hmotnost trubky pro danou tuhost. Výběr materiálu proveďte na základě hodnot uvedených v tabulce 4-1 a materiály seřaďte od nejlepšího k nejhoršímu.

Proveďte podobný výběr materiálu, ale nyní uvažujte kombinaci tuhosti a ceny materiálu.

Tabulka 4-1

Materiál	$E \cdot 10^{-5} [MPa]$	hustota $[Mg \cdot m^{-3}]$	cena $[Kč/Mg]$
Ocel	2,05	7,8	15 750
Hliníková slitina	0,79	2,8	84 000
Titanová slitina	1,30	4,3	385 000
Kompozitní materiál CFRP	1,98	1,6	7 000 000

Příklad 3

- a) Výraz pro potenciální energii U páru atomů v tuhém tělese (v krystalové mřížce) můžeme psát ve tvaru

$$U = -\frac{A}{r^m} + \frac{B}{r^n}, \quad (4-2)$$

kde r je vzdálenost atomů a A, B, m a n jsou kladné konstanty. Diskutujte fyzikální význam dvou členů pravé strany v rovnici (4-2). Materiál má kubickou mřížku. Ukažte, že v případě deformace ve směru hrany krychle modul E můžeme vyjádřit ve tvaru

$$E = \frac{\Pi \cdot k \cdot T_M}{\Omega} \quad (4-3)$$

kde Π je konstanta (daná kombinací hodnot n, m), k je Boltzmanova konstanta ($1,381 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$) a T_M je absolutní teplota tání a Ω je střední objem atomu. Uvažujte, že $U(r_0) = k \cdot T_M$, kde r_0 je rovnovážná poloha atomů (mřížková konstanta).

- b) V tabulce 4-2 jsou uvedeny hodnoty E , a T_M několika kovů. Najděte aritmetický průměr konstanty Π v rovnici (4-3) pro tyto kovy. Použijte rovnici (4-3) a nalezenou hodnotu Π k výpočtu modulu pružnosti diamantu a ledu. Srovnajte vypočtené hodnoty s hodnotami v tabulce (4-3).

Tab. 4-2

Materiál	$\Omega \times 10^{29}$ (m ³)	T_M (K)	E (GPa)
Nikl	1,09	1726	214
Měď	1,18	1356	124
Stříbro	1,71	1234	76
Hliník	1,66	933	69
Olovo	3,03	600	14
Železo	1,18	1753	196

Materiál	$\Omega \times 10^{29}$ (m ³)	T_M (K)	E (GPa)
Vanad	1,40	2173	130
Chrom	1,20	2163	289
Niob	1,80	2741	100
Molybden	1,53	2883	360
Tantal	1,80	3271	180
Wolfram	1,59	3683	406

Tab. 4-3

Materiál	$\Omega \times 10^{29}$ (m ³)	T_M (K)	E (GPa)
led	3,27	273	7,7

Materiál	$\Omega \times 10^{29}$ (m ³)	T_M (K)	E (GPa)
diamant	0,56	4200	1000

Příklad 4

Kompozit obsahuje rovnoběžně orientovaná vlákna o modulu E_f , v matrici o modulu E_m . Objemový podíl vláken v kompozitu je V_f . Odvoďte výraz pro modul pružnosti E_c kompozitu pro případ, že napětí působí ve směru rovnoběžném s vlákny. Modul E_c vyjádřete na základě hodnot E_f , E_m a V_f . Dále odvoďte analogický výraz pro hustotu ρ_c kompozitu. Použijte hodnot uvedené v tabulce 4-4 a vypočítejte hodnoty ρ_c a E_c těchto kompozitů:

- uhlíková vlákna - epoxidová pryskyřice ($V_f=0,5$),
- skleněná vlákna - polyesterová pryskyřice ($V_f=0,5$),
- ocelové pruty - beton ($V_f=0,2$)

Tab. 4-4

Materiál	hustota ρ [Mg.m ⁻³]	modul pružnosti E [GPa]
uhlíková vlákna	1,90	390
skleněná vlákna	2,55	72
epoxidová pryskyřice polyesterová pryskyřice	1,15	3
ocel	7,9	200
beton	2,4	45

V konstrukci potřebujeme použít nosník o šířce b , délce l a nespécifikované výšce h . Nosič je zatěžován třibodovým ohybem. Který ze tří kompozitních materiálů (a-c) bude mít nejmenší hmotnost pro danou sílu a průhyb?

Výraz pro průhyb nosníku v místě zatížení silou F je

$$\delta = \frac{F \cdot l^3}{4 \cdot E_c \cdot b \cdot h^3} \quad (4-4)$$

Do příštího cvičení potřebujete



protokol z tohoto cvičení
přednášky
kalkulačku