

## Laboratorní práce č. 6

# **Struktura a vlastnosti pevných látek, křivka deformace, určení modulu pružnosti látky, teplotní roztažnost**

# Teoretické cvičení:

## Deformace pevného tělesa

### 1. Teoretická příprava

1. Co je deformace tělesa?
2. Kdy se jedná o pružnou (elastickou) deformaci? Uveďte příklady:
3. Kdy se jedná o tvárnou (plastickou) deformaci?
4. Jakých pět jednoduchých deformací rozeznáváme?
5. Jak se nazývají síly, které v tělese vznikají při pružné deformaci jako reakce na vnější síly?
6. Jaká veličina charakterizuje při deformaci stav napjatosti v příčném řezu tělesa?
7. Jak vypočteme normálové napětí? Značka, jednotka?
8. Co je mez pružnosti  $\sigma_E$ ?
9. Co je mez pevnosti  $\sigma_p$ ?
10. Co je dovolené napětí?
11. Co je součinitel bezpečnosti?
12. Jak vypočteme relativní prodloužení? Jednotka?
13. Jaký je vztah mezi relativním prodloužením a normálovým napětím při deformaci tahem? Vzorec? Jak se nazývá konstanta úměrnosti, její jednotka.
14. Jak se nazývá zákon udávající vztah mezi relativním prodloužením a normálovým napětím?
15. Jak se nazývá  $\epsilon$  při deformaci tlakem? Jak se vypočítá?
16. Pro které materiály ve stavebnictví neplatí Hookův zákon?
17. Jak se nazývá materiál, u něhož i při dosti velkém relativním prodloužení je vyvolané normálové napětí menší než mez pružnosti?

18. Co platí pro mez pružnosti a mez pevnosti u pružných a co u křehkých materiálů?
19. Platí Hookův zákon při deformaci plastické, tj. po překročení meze pružnosti?

## 2. Vypočtete:

- Drát o obsahu průřezu  $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$  je napínán silou o velikosti 900 N. Počáteční délka drátu byla 4 m a při pružné deformaci se prodloužil o 5,5 mm. Určete a) normálové napětí, b) relativní prodloužení, c) modul pružnosti v tahu.
- Určete relativní prodloužení ocelového drátu o modulu pružnosti  $2,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$  při normálovém napětí  $3 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ . Je deformace pružná (tj. je relativní prodloužení do 0,15 %)? Jaká síla působí na drát, je-li jeho průřez  $8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ?
- Jaký průměr musí mít lano jeřábu, aby při rovnoměrném zvedání tělesa o hmotnosti 1,5 t nepřekročilo normálové napětí hodnotu 50 MPa?
- Hliníkový drát o délce 3 m a obsahu průřezu  $2 \text{ mm}^2$  se prodloužil působením síly 100 N o 2,2 mm. Vypočtete modul pružnosti hliníku.
- Mosazný drát délky 2,5 m a průměru 0,8 mm byl deformován tahovou silou. V tabulce je uvedena závislost prodloužení na tahové síle.

F/N	5	10	15	20	25	30	40
$\Delta l/\text{mm}$	0,25	0,51	0,76	1,01	1,26	1,68	2,53
$\varepsilon$							
$\sigma/\text{MPa}$							

- Vyplňte třetí řádek tabulky – hodnoty relativního prodloužení (zaokrouhlete na čtyři desetinná místa).
- Vyplňte čtvrtý řádek tabulky – hodnoty normálového napětí (zaokrouhlete).
- Sestrojte graf závislosti normálového napětí na relativním prodloužení.
- Určete, pro kterou hodnotu síly z tabulky nebo grafu ještě platí Hookův zákon.
- Jaká je přibližně mez pevnosti?
- Určete modul pružnosti v tahu pro mosaz.

# Teplotní roztažnost pevných těles

## 1. Teoretická příprava

1. Co je teplotní roztažnost?
2. U tyčí, drátů, trubic nás zajímá především jaká teplotní roztažnost?
3. Na čem a jak závisí změna délky tyče při změně teploty? Vzorec?
4. Co charakterizuje teplotní součinitel délkové roztažnosti, jakou má jednotku, odvození jednotky ze vztahu?
5. Vztah pro výpočet délky tyče při změně teploty.
6. Vztah pro výpočet objemu tělesa při změně teploty. Jak vypočteme změnu objemu?
7. Jak závisí teplotní součinitel objemové roztažnosti na teplotním součiniteli délkové teplotní roztažnosti?
8. Jak se se změnou teploty chovají otvory a dutiny v tělesech?
9. Kde se musí s teplotní roztažností počítat?
10. Kde využíváme teplotní roztažnost?

## 2. Vypočtete:

1. Hliníková nádoba má při teplotě  $-20\text{ °C}$  vnitřní objem 2 l. O kolik se zvětší tento objem, zvýší-li se teplota na  $80\text{ °C}$ ? Pro hliník je  $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ .
2. Měděné vedení má v zimě při teplotě  $-20\text{ °C}$  délku 50 m. O kolik se zvětší délka tohoto vedení v létě, kdy teplota vystoupí na  $40\text{ °C}$ ? Teplotní součinitel délkové roztažnosti mědi je  $1,7 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ .
3. Hliníková tyč má při teplotě  $20\text{ °C}$  délku 2,8 m, objem  $7 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$  a hustotu  $2700\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Teplotní součinitel délkové roztažnosti hliníku je  $2,4 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ . Tyč zahřejeme na teplotu  $90\text{ °C}$ . Určete a) o jakou délku se tyč prodlouží, b) o kolik se zvětší objem tyče, c) jak se změní hustota.