

MĚŘENÍ SOUČiniteLE DÉLKOVÉ TEPLOTNÍ ROZTAŽNOSTI

ZADÁNÍ ÚLOHY

Určete součinitel délkové teplotní roztažnosti pro dva vzorky kovů.

DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] Toman J., Semerák P., *Fyzika 10 – Praktická cvičení*, Vydavatelství ČVUT, 2001.
- [2] Horák Z., *Praktická fyzika*, SNTL, 1958.
- [3] Brož J. a kol., *Základy fyzikálních měření I-III*, Státní pedagogické nakladatelství, 1967.

Teoretický úvod naleznete v **úloze 32** skript [1], případně v [2] nebo [3].

METODY MĚŘENÍ

Určení součinitele délkové teplotní roztažnosti z měření protažení vzorku

Tato metoda spočívá ve změření parametrů, které jednoznačně vyplývají z definice koeficientu (součinitele) délkové teplotní roztažnosti, kterou lze nalézt v literatuře [1-3]. Ve zkratce tato definice říká, že relativní prodloužení vzorku je přímo úměrné změně teploty. Koeficient této úměry je poté právě součinitel délkové teplotní roztažnosti. Pro jeho určení tedy měříme počáteční délku vzorku a jeho počáteční teplotu, a následně jednotlivá prodloužení odpovídající změnám teploty.

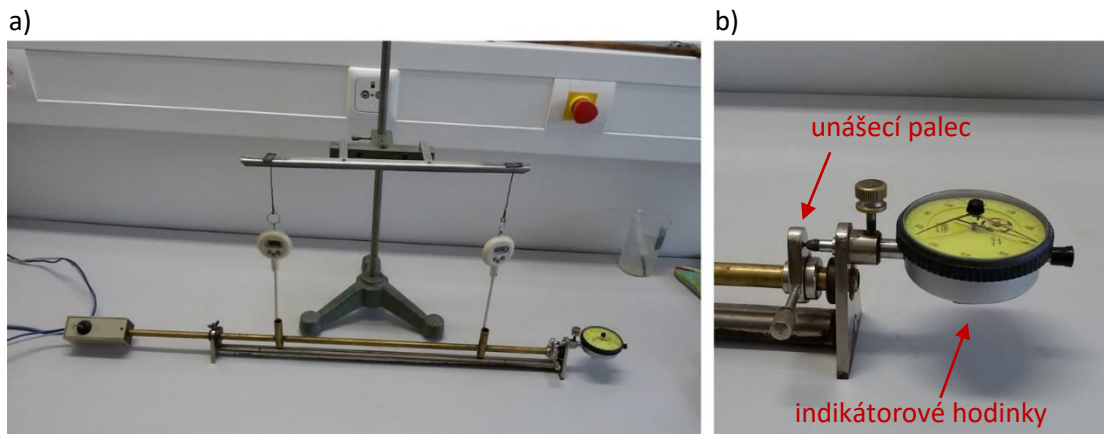
Při odhadu nejistot metodou typu B pro přímá měření uvažujte nejistoty z rozlišení pomůcek.

POSTUP MĚŘENÍ

Upozornění:

- ***Při měření dbejte zvýšené bezpečnosti při manipulaci s horkými vzorky.***
- ***Topné těleso je velmi křehké, a proto s ním zacházejte opatrně.***
- ***Vlastní měření je náročné na čas, proto je vhodné dodržet přesně uvedený postup (body 6 – 8).***

1. Na kratší konec vzorku (trubky) nasadíte unášecí palec a trubku vložte do stojánku (viz obr. 1 a)).
2. Vzorek upněte na jednom konci přitažením šroubku, na druhém konci dotažením upevněte unášecí palec (viz obr. 1 b)).
3. Analogové indikátorové hodinky upevněte tak, aby táhlo dosedlo na unášecí palec a hrubé odečítání ukazovalo nulu. Povytažením zkuste, zda se táhlo pohybuje volně. Poté nastavte nulu na jemném odečítání hodiněk otáčením jejich číselníku.
4. Teploměry zavěšené na stojanu zasadíte do pouzder, která naplňte vodou.
5. Do měřeného vzorku zasuňte topné těleso a požádejte vyučujícího o kontrolu.
6. Zaznamenejte počáteční teplotu na obou teploměrech, délku měřeného úseku tyče l_0 a údaj indikátorových hodiněk.
7. Plným výkonem topného tělesa (napětí zdroje na maximum, tj. 30 V) zvýšte teplotu asi na 30 °C. Při této teplotě přerušete proud vypnutím vypínače.
8. Vyčkejte do ustálení teploty a zaznamenejte hodnoty teplot a prodloužení.
9. Obdobně proveďte měření i pro ostatní teploty, tj. 45 °C (napětí nastavte na 17 V) a 60 °C (napětí nastavte na 22 V). Tyto teploty však není nutno dodržet přesně. Důležité je dosažení ustáleného stavu, při kterém je teplota po celém vzorku pokud možno konstantní.
10. Stejným postupem proměřte i druhý vzorek. Po měření vypněte oba teploměry.



Obr. 1 Schéma měřické sestavy pro měření délkové teplotní roztažnosti

11. Vypočtete střední hodnoty teplot pro odpovídající stavy společně s jejich nejistotami (nejistota určená metodou typu A z průměru a nejistota určená metodou typu B z rozlišení).
12. Vypočtete hodnoty prodloužení tyče společně s nejistotami.
13. Vypočtete hodnoty relativního prodloužení tyče společně s nejistotami.
14. Ze závislosti relativního prodloužení tyče na změně teploty ($\Delta l_{rel.} = \alpha \Delta t$) metodou nejmenších čtverců vypočtete odhad koeficientu délkové teplotní roztažnosti α .
15. Odhadněte nejistotu koeficientu délkové teplotní roztažnosti, který by byl určen ze vztahu $\alpha = \Delta l / (l_0 \Delta t)$. Pro vyčíslení použijte ty hodnoty z bodů 11) – 14), které mají odpovídající největší nejistotu.
16. Výsledky srovnajte s tabulkovými hodnotami a případně diskutujte rozdíly.
17. Pro každou tyč do grafu vynesete měřené hodnoty relativního prodloužení v závislosti na změně teploty, a také přímku, která odpovídá koeficientu vypočtenému metodou nejmenších čtverců v bodě 14).
18. Srovnajte vypočtené hodnoty koeficientů délkové teplotní roztažnosti s tabulkovými hodnotami a určete, z jakých materiálů jsou tyče vyrobeny.

PŘÍKLADY

1. Při geodetických pracích byla projektovaná vzdálenost 50 m vytyčována ocelovým pásmem, které bylo kalibrováno při teplotě 20 °C. Jakou skutečnou vzdálenost by měřiči vytyčili, kdyby práce prováděli při teplotě 36 °C a neuvažovali vliv způsobený délkovou teplotní roztažností? Předpokládejte koeficient teplotní délkové roztažnosti oceli $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

POŽADOVANÉ VÝSTUPY

- Přehledné výpočty (např. v tabulkách) prodloužení vzorků, relativních prodloužení vzorků a změn teplot společně s jejich výslednými nejistotami.
- Výsledné koeficienty teplotní délkové roztažnosti.
- Odhady nejistot koeficientů teplotní délkové roztažnosti.
- Grafy závislostmi relativních prodloužení na změně teploty společně s přímkami odpovídajícím koeficientům určeným metodou nejmenších čtverců.
- Srovnání výsledných hodnot s tabulkovými, diskuze případných rozdílů.
- Vypracujte příklady.

POMŮCKY

Analogové indikátorové hodinky, stojan s teploměry, měřicí stojánek, zdroj napětí, topné těleso, 2 proměřované vzorky