

Laboratórna úloha č. 7

Meranie koeficientu dĺžkovej rozt'ažnosti

Úloha: Určiť koeficient dĺžkovej rozt'ažnosti Edelmanovým dilatometrom.

Teoretický úvod

Podobne ako plyny menia svoj objem s teplotou pri stálom tlaku, aj tuhé telesá menia s teplotou svoj objem, resp. dĺžkové rozmery. Experimenty ukazujú, že dĺžkové rozmery tuhých látok v pomerne širokom intervale teplôt sa menia s teplotou lineárne, podobne ako objem ideálneho plynu. To znamená, že napríklad dĺžka ℓ tyče, ako funkcia termodynamickej teploty T , sa vyjadruje vzťahom

$$\ell = \ell_0 + k(T - T_0) \quad (1)$$

v ktorom ℓ_0 predstavuje dĺžku tyče pri teplote $T = T_0$. Ak za T_0 zvolíme teplotu topenia ľadu pri normálnom tlaku, potom $t = T - T_0$ predstavuje Celziovu teplotu. Vtedy vzťah (1) môžeme prepísať do tvaru

$$\ell = \ell_0 \left(1 + \frac{k}{\ell_0} t \right) = \ell_0 (1 + \alpha t) \quad (2)$$

v ktorom $\alpha = k/\ell_0$ predstavuje *koeficient teplotnej rozt'ažnosti*. Zo vzťahu vyplýva, že koeficient môžeme definovať aj nasledovne:

$$\alpha = \frac{1}{\ell_0} \frac{d\ell}{dt} \quad (3)$$

čo môžeme prečítať ako prírastok dĺžky pri vzraste teploty o jeden stupeň, prepočítaný na jednotku dĺžky, teda v SI na jeden meter.

Pri väčších rozdieloch teploty však zistíme, že dĺžkové rozmery telies závisia od teploty zložitejším spôsobom. Potom sa experimentálnymi závislosťami prekladajú polynómy vyšších stupňov, napríklad

$$\ell = \ell_0 (1 + at + bt^2)$$

Koeficient dĺžkovej rozt'ažnosti vtedy závisí od teploty:

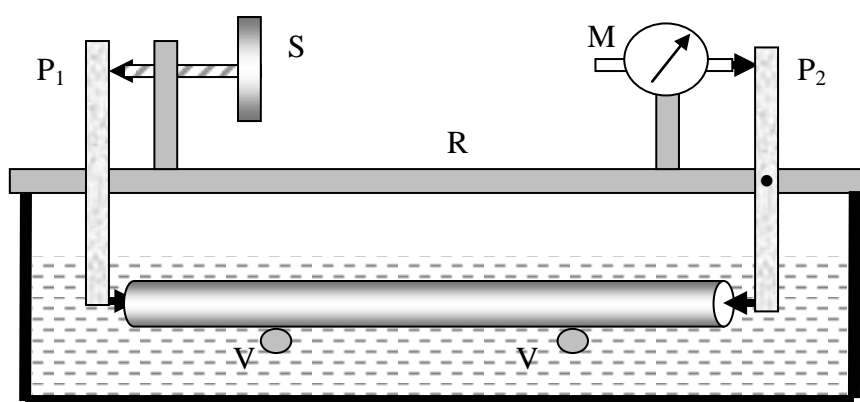
$$\alpha = \frac{1}{\ell_0} \frac{d\ell}{dt} = a + 2bt$$

Metóda merania

Na meranie dĺžkovej rozťažnosti tuhých látok sa používa Edelmanov dilatometer. Schéma takéhoto zariadenia je na obr. 1. Meraná tyč je umiestnená na dvoch valčekoch v olejovom kúpeli. O konce tyče sa opierajú dve rovnoramenné páky P_1 a P_2 , ktorých osi sú upevnené na vodorovnom ráme R . Polohu páky P_1 (t.j. jedného konca tyče) nastavíme skrutkou S . Poloha páky P_2 (t.j. poloha druhého konca tyče) sa prenáša na dotykový mikrometer M . Na mikrometri priamo odčítame zmenu dĺžky tyče pri zvýšení jej teploty.

Prístroje a pomôcky

Edelmanov dilatometer, meraná tyč, dva digitálne teplomery, prívod s vypínačom na vyhrievanie špirály dilatometra.



Obr. 1

Postup pri meraní

Na dotykovom mikrometri M pomocou skrutky S nastavíme nulovú hodnotu. Na teplomeroch, ktoré sú ponorené v olejovom kúpeli pri oboch koncoch meranej tyče, odčítame začiatkové teploty. Potom pripojíme vyhrievacie zariadenie na sieť a teplotu kúpeľa postupne zvyšujeme. Aby sa teplota tyče zhodovala s údajmi na teplomeroch, vždy keď teplota stúpne o 3 – 4 stupne, vypneme prívod prúdu a po ustálení (minimálne 1 minúta) odčítame údaje na teplomeroch a súčasne údaj na mikrometri, predstavujúci predĺženie tyče. Za teplotu tyče považujeme aritmetický priemer údajov z dvoch teplomerov. Údaje zapisujeme do tabuľky. Teplota olejového kúpeľa nemá prekročiť 75°C .

Namerané hodnoty vynesieme do grafu ako závislosť predĺženia tyče od teploty. Vynesenými bodmi preložíme priamku a z jej smernice určíme koeficient rozťažnosti.

Otázky

1. Ak chceme správne určiť koeficient rozťažnosti, musíme vynášať na graf celú dĺžku tyče, alebo stačí vynášať len jej predĺženie?
2. Ako určíme zo smernice vynesenej priamky koeficient rozťažnosti?
3. Je znalosť pôvodnej dĺžky tyče potrebná pri správnom určení koeficienta rozťažnosti?
4. Zostali by predĺženia tyče rovnaké, keby sa dĺžka tyče zdvojnásobila?
5. Predlžovala by sa tyč s rastúcou teplotou aj v stave bez tiaže?

Meno:

Kružok:

Dátum merania:

Protokol laboratórnej úlohy č. 7
Meranie koeficientu dĺžkovej rozt'ažnosti

Opis metódy merania

Vzťahy ktoré sa používajú pri meraní

Schéma

Prístroje a pomôcky

Záznam merania a výsledky

Tabuľka 1

$l_0 =$				
i	t_1 (°C)	t_2 (°C)	$(t_1 + t_2)/2$	Δl (mm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Pôvodná dĺžka tyče $l_0 =$ Smernica priamky $k =$ Koeficient determinovanosti $\mathcal{R}^2 =$ Koeficient dĺžkovej rozťažnosti $\alpha =$ **Prílohy**

- Graf závislosti predĺženia tyče od teploty

Slovné zhodnotenie výsledkov:

Dátum odovzdania protokolu:

Podpis študenta:

Podpis učiteľa: