

Úloha č. 10 - Tepelná vodivost pevných látek

1 Teorie

Tepelná vodivost značí schopnost dané látky vést teplo. U izolačních stavebních materiálů, kterými se budeme zabývat, je požadována vodivost co nejmenší, aby nedocházelo k tepelným ztrátám.

Máme-li homogenní kus stavebního materiálu tloušťky d a konstantního průřezu S , jehož plášť je adiabaticky izolován od okolí a oba jeho konce jsou udržovány pomocí ohříváče a chladiče na teplotách t_1 a t_2 , ($t_1 > t_2$), pak po dosažení rovnovážného stavu platí pro teplo které projde materiálem za čas τ rovnice:

$$Q = \lambda \frac{S}{d} (t_1 - t_2) \tau$$

kde λ je naše měřená materiálová konstanta součinitel tepelné vodivosti, resp. měrná tepelná vodivost. Teplo budeme dodávat elektrickým topným tělesem s přivedeným konstantním napětím U a proudem I zdroje. Za čas τ tedy dodáme:

$$Q = UI\tau$$

Dále si uvědomme, že měřený materiál má tvar kvádru, můžeme tedy jeho povrch vypočítat z délky a a šířky b podstavy, $S = ab$.

Oba vztahy dosadíme do základního vztahu a dostáváme:

$$UI = \lambda \frac{ab}{d} (t_1 - t_2)$$

Vyjádříme součinitel tepelné vodivosti λ :

$$\lambda = \frac{UI}{t_1 - t_2} \frac{d}{ab}$$

Ze zákona šíření nejistot pak dostáváme:

$$r(\lambda) = \sqrt{r(U)^2 + r(I)^2 + r(t_1 - t_2)^2 + r(d)^2 + r(a)^2 + r(b)^2}$$

2 Měření

Měření probíhalo za těchto podmínek:

teplota ... 25,5 °C

tlak ... 99,95 kPa

vlhkost ... 50 %

Budeme měřit hned dva materiály zaráz.

Nejprve si změříme rozměry materiálu.

Sestavíme měřicí soustavu tak, že dolů dáme vodní chladič, na to měřený materiál, na to ohřívač, na to další měřený materiál a úplně nahoru opět vodní chladič.

Vodní chladiče připojíme na zdroj vody, ohřívač na zdroj proudu.

Vložíme teplotní čidla, mezi ohřívačem a materiálem budeme měřit teplotu t_1 , mezi materiálem a chladičem teplotu t_2 .

V tomto zapojení máme tepelný výkon na oba materiály stejný.

$$U = (20,3 \pm 0,1) \text{ V}$$

$$I = (2,55 \pm 0,01) \text{ A}$$

	první	druhý
d [mm]	12,43 ± 0,01	10,35 ± 0,01
a [mm]	211,7 ± 0,1	199,1 ± 0,1
b [mm]	211,4 ± 0,1	199,1 ± 0,1
t_1 [°C]	64,6 ± 0,1	18,7 ± 0,1
t_2 [°C]	64,3 ± 0,1	15,9 ± 0,1

$$\lambda_1 = (0,313 \pm 0,002) \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_2 = (0,279 \pm 0,002) \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$$

3 Závěr

Provedli jsme měření dvou stejných materiálů, ale vyšli nám rozdílné hodnoty součinitele tepelné vodivosti. To bude způsobeno jednak tím, že se nemusí jednat o úplně stejné materiály, ať už se mohou nepatrně lišit přísadami, zpracováním, pórovitostí, či jinak, nebo také tím, že tepelné ztráty určitě nebyly nulové a nemusí být stejné pro oba materiály, neboť měly mírně jinou polohu a mají i jiné rozměry.

Dle tabulek by se mohlo jednat o pěnový benot s udávanou hodnotou součinitele tepelné vodivosti $0,32 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$.