#### TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE

**DREVÁRSKA FAKULTA**

**Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky**



**Predmet: Prenos tepla a látky**

**Laboratórna úloha: Určovanie termofyzikálnych vlastností materiálov FLASH metódou.**

Akad. rok: Dátum:

Vypracovali: Prevzal:

**Teória:**

Infračervená záblesková metóda využíva nestacionárne teplotné pole stimulované v testovanom materiáli veľmi krátkym tepelným impulzom produkovaným externým zdrojom tepla – tzv. zábleskovým tepelným impulzom. Teplotná odozva odvráteného povrchu vzorky je snímaná infračerveným termosnímačom a zaznamenaná do počítača. Požiadavkou na úspešné použitie tejto metódy je použitie vzoriek, ktorých hrúbka (v smere vedenia tepla) je veľmi malá v pomere ku zvyšným rozmerom a je možné zanedbať tepelné straty. Ak sú splnené tieto podmienky, potom je možné časovú závislosť teploty popísať nasledujúcou funkciou:

. (1)

Zavedením okrajových podmienok a po matematických úpravách bude graf závislosti teploty od času na zadnej strane vzorky vyzerať tak ako je zobrazené na obr.1 . Závislosť je zobrazená v bezrozmerných parametroch V a Ω, kde:

 kde  (2)



Obrázok 1: *Graf funkčnej závislosti bezrozmerných parametrov V a Ω*.

Z grafického zobrazenia funkcie závislosti teploty od času na odvrátenej strane vzorky, uvedeného na obrázku 1, je zrejmé, že pri hodnote parametra *V = 0,5* je hodnota parametra *Ω = 1,38*. Teplotnú vodivosť je potom možné vyjadriť z definičného vzťahu pre *Ω* v tvare

  , (3)

kde *t1/2* je čas potrebný na zvýšenie teploty povrchu na opačnej strany vzorky na polovicu jej maximálnej hodnoty.

 Koeficient tepelnej vodivosti $λ$ je potom možné vypočítať zo známeho vzťahu

$λ=α·ρ·c$ (4)

Ako zdroj zábleskového tepelného impulzu je použitý halogénový reflektor, umiestnený v konštantnej blízkosti od povrchu vzorky. Fixácia vzorky je realizovaná s ohľadom na minimalizáciu tepelných strát, teda s minimalizáciou všetkých kontaktných plôch. Schematické znázornenie meracej aparatúry je na obrázku 2.

Emisivita povrchov všetkých použitých vzoriek je upravená nástrekom matného čierneho laku s emisivitou *0,95*. Teplotná odozva povrchu opačnej strany vzorky počas experimentu je snímaná bezkontaktne s využitím pyrosenzora s rozlíšením 0,1 °C.



Obrázok 2: *Schematické znázornenie 3D modelu experimentálnej aparatúry*

Umiestnenie pyrosenzora do polystyrénového boxu umožňuje elimináciu parazitného infračerveného žiarenia okolitého prostredia a zabezpečuje stabilnú teplotu okolia vyšetrovaného povrchu vzorky.

**Postup merania:**

1. Pred meraním musia byť všetky povrchy použitej vzorky nastriekané čiernym matným lakom. Tepelný zdroj musí umiestnený byť vo zvolenej vzdialenosti.
2. Vyučujúci spustí program pre záznam dát pyrosenzora a nastaví parametre merania (emisivitu, zobrazovanú oblasť teploty, časový interval zápisu dát).
3. Zmerajte hrúbku každej vzorky 4 krát mikrometrom a určite priemernú hodnotu hrúbky použitých vzoriek. Výsledky zapíšte do tab. 1.
4. Určte hmotnosť každej vzorky priloženými váhami.
5. Priemerné hodnoty hrúbky, hmotnosti, objemu a hustoty pre všetky vzorky zapíšte do tab. 1.
6. Vzorku uchopte na hranách, aby ste ju rukou nezohrievali a bez zbytočného zdržovania je umiestnite do priestoru určeného na umiestnenie vzorky.
7. Vyučujúci zapne záznam dát v počítači. Na pokyn vyučujúceho zapnite prepínačom na zásuvkovej lište reflektor na čas 2 sekundy. Vzorka je počas tohto časového intervalu ožarovaná. Po uplynutí času (2 s) reflektor vypnite a odstránte ho, aby zvyškové teplo neovplyvňovalo meranie.
8. Sledujte závislosť teploty od času zobrazovanú na monitore PC. Záznam dát ukončite keď začne snímaná teplota povrchu vzorky klesať. Exportujte zaznamenané hodnoty (v súbore TestExport.txt na pracovnej ploche PC) do súboru v Exceli, ktorý nazvite ako NázovVzorky\_1.
9. Vymeňte experimentálnu vzorku a opakujte kroky číslo 7 a 8.
10. Po zaznamenaní 4 priebehov a vytvorení príslušných Excelovských zošitov vypnite program DataTempMultidrop.

**Vyhodnotenie experimentálnych dát:**

1. Zo všetkých časových priebehov teploty určite začiatok záznamu teploty (okamih zapnutia tepelného zdroja). Koniec nárastovej krivky je v bode dosiahnutia maximálnej teploty.
2. Určite hodnoty maximálneho teplotného rozdielu krivky závislosti teploty od času. Maximálny teplotný rozdiel je daný rozdielom $dT\_{max}=T\_{max}-T\_{min}$. Hodnoty maximálneho teplotného rozdielu zapíšte do tab. 2.
3. Určite aritmetický priemer hodnôt $T\_{max}$ a $T\_{min}$. Následne nájdite v zázname dát teplotu, ktorá je najbližšia k tejto hodnote.
4. Určte čas od zapnutia reflektora po dosiahnutie teploty z bodu 3, označte ju $t\_{pol}$ a zapíšte ju do tab. 2.
5. Vypočítajte hodnoty koeficienta teplotnej vodivosti $a$ použitých vzoriek podľa vzťahu (3) a koeficienta tepelnej vodivosti $λ$ podľa vzťahu (4). Vypočítané hodnoty zapíšte do tab. 2.
6. Z experimentálne získaných hodnôt koeficienta tepelnej vodivosti určte priemerné hodnoty.
7. Vypočítajte percentuálnu odchýlku (PO) priemernej hodnoty koeficienta tepelnej vodivosti od tabuľkovej hodnoty. Tabuľková hodnota koeficienta tepelnej vodivosti pre PMMA je 0,21 W·m-1·K-1.

Tabuľka 1: Vstupné parametre použitých vzoriek

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $\overbar{L}$ (mm) | $a$ (mm) | $b $(mm) | $\overbar{V}$ (mm3) | $m$ (g) | $ρ$ (kg·m-3) |
| PMMA\_1 |  |  |  |  |  |  |
| PMMA\_2 |  |  |  |  |  |  |
| PMMA\_3 |  |  |  |  |  |  |
| PMMA\_4 |  |  |  |  |  |  |

Tabuľka 2: Namerané hodnoty a vypočítané výsledky

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| vzorka |  $dT\_{max}$ (°C) |  $t\_{pol}$ (s) | $a$ (m2·s-1) | $λ$ (W·m-1·K-1) |
| PMMA\_1 |  |  |  |  |
| PMMA\_2 |  |  |  |  |
| PMMA\_3 |  |  |  |  |
| PMMA\_4 |  |  |  |  |
|  |

**Výpočty:**

**Záver:**