

TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
DREVÁRSKA FAKULTA

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky



Predmet: Aplikovaná fyzika v POB

Laboratórna úloha: 4 Experimentálne meranie krivky chladnutia javoru v 3
nezávislých anatomických smeroch

Akad. rok:

Dátum:

Meno účastníka skupiny	Úloha	Emócie/dojmy – hodnotenie práce (body)	Podiel člena v %	Hodnotenie
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		
		Zaujímavosť 1 2 3 4 Náročnosť 1 2 3 4 Užitočnosť 1 2 3 4		

4 Krivka chladnutia dreva

4.1 Teória

Pri ohreve telesa nad teplotu okoliteho vzduchu, dochádza k ochladzovaniu materiálu na základe Newtonovho ochladzovacieho zákona (1)

(https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_law_of_cooling)

$$q = \frac{1}{S} \cdot \frac{dQ}{dt} = -h \cdot (T - T_{okolia}) \quad (1)$$

kde: Q – teplo, ktoré prijalo teleso v J

h – celkový koeficient prenosu tepla medzi vzorkou a okolím v $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

S – celková plocha cez ktorú sa šíri teplo v m^2

T – aktuálna teplota vzorky v $^{\circ}C$

T_{okolia} – teplota okolia v $^{\circ}C$

V prípade nízkovodivých materiálov ako drevo s koeficientom tepelnej vodivosti nie je možné zanedbať prenos tepla vedením vyjadrený Fourierovým zákonom pre daný smer v tvare (2)

$$q = -k \cdot grad(T) = k_{smer} \cdot \frac{dT}{L_{smer}} \quad (2)$$

V prípade, že vo vzorke neexistujú vnútorné zdroje tepla, teplotné gradienty a v rozsahu teplôt medzi teplotou T a teplotou okolia nedochádza k štruktúrnym alebo fázovým zmenám (t.j. k zmene hustoty, kapacity, hmotnosti a ďalších parametrov) možno teplo prijaté vyjadriť v tvare (3)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

kde: m – hmotnosť telesa v kg

c – merná tepelná kapacita v $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

ΔT – teplotný rozdiel medzi teplotou vzorky a teplotou okolia v $^{\circ}C$

V takomto prípade možno diferenciálnu rovnicu (1) vyjadriť v tvare (4)

$$\rho \cdot c \cdot V \frac{dT}{dt} = -h \cdot S \cdot (T - T_{okolia}) - k_{smer} \cdot \frac{(T - T_{okolia})}{L_{smer}} \quad (4)$$

kde: ρ – hustota vzorky v $kg \cdot m^{-3}$

V – objem vzorky v m^3

Ak možno zmenu teploty okolia zanedbať prechádza diferenciálna rovnica (4) do tvaru separovanej diferenciálnej rovnice (5)

$$\frac{dT}{T - T_{okolia}} = - \frac{h \cdot S}{\rho \cdot c \cdot V} \cdot t \quad (5)$$

Čoho riešením je priebeh teploty v tvare (6)

$$T = T_{okolia} + dT_{max} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (6)$$

kde: dT_{max} – maximálny teplotný rozdiel v °C (rovný rozdielu teploty telesa v čase 0 sekúnd a teplotou okolia)

τ - relaxačný čas v s

V rovnici (6) pri konštantných podmienkach experimentu parametre dT_{max} a T_{okolia} predstavujú konštanty. Tvar krivky je teda popísaný iba členom $\exp(-t/\tau)$ čo pre konštantnú hodnotu relaxačného času predstavuje exponenciálny pokles teploty s konštantnou rýchlosťou. Čím je hodnota relaxačného času väčšia tým dlhšie trvá kým vzorka sa ochladí na teplotu okolia.

Drevo ako anizotropný materiál vykazuje zmenu tepelnej vodivosti s anatomickým smerom. Z tohto dôvodu „rýchlosť ochladzovania“ vyjadrená hodnotou relaxačného času sa mení v závislosti od smeru šírenia tepla. Z tohto dôvodu v nasledujúcom laboratórnom pokuse skúmame rýchlosť ochladzovania v závislosti od smeru šírenia tepla.

Postup merania:

1. Umiestnite do pripraveného otvoru v strede vzorky termočlánok pre záznam teploty v procese ohrevu a následného chladnutia vzorky.
2. Vzorku dajte ohrievať v grile po dobu 90 sekúnd. Takýto čas postačuje na ohrev vzorky na teplotu približne 60°C z teploty okolia 20°C. Počas ohrevu spustíte nahrávanie dát s frekvenciou 1 sekunda stlačením tlačidla ENTER (LOG) súvisle po dobu 2 sekúnd.
3. Po ohreve dajte vzorku ochladiť na teplotu 25°C. Ako náhle sa táto teplota dosiahne tak zastavte nahrávanie dát opätovným stlačením tlačidla ENTER (LOG) na dataloggeri po dobu 2 sekúnd.
4. Postup 1 až 3 opakujte pre zvyšné 2 vzorky.
5. Po experimentálnom meraní vzoriek vyberte termočlánok z poslednej testovanej vzorky a zmerajte teplotu okolia.
6. Importujte výsledky meraní do PC odobratím pamätevej karty z merača EXTECH a následným vložením do PC do SD/MMC portu.

7. Po nájdení pamätovej karty klinite postupne na Otvoriť priečinok a zobrazíť súbory, následne otvorte zložku TMD01 a nakoniec otvorte Excelovský súbor TMD01001.
8. V otvorenom súbore nájdite posledné 3 dátové sady pomocou dátumu a času(sú to posledné tri od dola). Prvá sada odpovedá meraniu prvej vzorky a druhá sada zas odpovedá meraniu druhej vzorky. Tretia sada najnižšie odpovedá meraniu pre tretiu vzorku.
9. Dátové hodnoty prekopírujte do vzorového dokumentu s 4 hárkami (meranie Javor_Smer_1, Javor_Smer_2, Javor_Smer_3).
10. Po skopírovaní hodnôt teplôt ešte musíte zadať teplotu okolia.
11. Po zadaní týchto údajov priložený zošit vypočíta hodnoty parametrov relaxačný čas τ .
12. Na záver študent v 1 grafe vytvorí závislosť teploty od času pre všetky 3 vzorky a porovná hodnoty relaxačného času navzájom pre 3 nezávislé smery.

Vyhodnotenie:

Tab. 1. Hodnoty teploty okolia $T_{okolia}(^{\circ}C)$, maximálnej teploty $T_{max}(^{\circ}C)$ a maximálneho teplotného rozdielu $dT_{max}(^{\circ}C)$ pre vzorky 1, 2, 3

Smer	$T_{okolia}(^{\circ}C)$	$T_{max}(^{\circ}C)$	$dT_{max}(^{\circ}C)$
1			
2			
3			

Tab. 2. Hodnoty relaxačného času pre vzorky 1, 2, 3.

Smer	$\tau(s)$
1	
2	
3	