

1. Úkoly měření

- Stanovte hodnoty součinitele tepelné vodivosti mědi a slitiny hliníku.
- Porovnejte naměřené hodnoty s tabulkovými hodnotami a vysvětlete pravděpodobnou příčinu nalezené diference.
- Vypracujte graf závislosti teplotního spádu na čase.

2. Použité přístroje a pomůcky

- Stojan s měřicím přípravkem
- Dewarova nádoba
- Míchačka
- Rtuťový teploměr
- Napájecí zdroj pro mikropájku
- Posuvka
- Voltmetr – Metra, rozsah 2,4 – 600 V
- Multimetr – True RMS Multimeter Model 700T, rozsah 200 mV – 1000 V
- Ampérmetr – Hung Chang HC-5050DB, rozsah 20 μ A – 10 A

3. Naměřené hodnoty

a) Výpočet elektrického výkonu

- elektrický výkon je dán vztahem

$$P = UI$$

- výkony pro jednotlivé časové okamžiky jsou uvedeny v tabulkách níže

b) Přepočítání napětí na teplotu

- použitý termočlánek Fe-konstantan má lineární závislost napětí na teplotě, proto lze závislost definovat pomocí dvou bodů (při $T=0^{\circ}\text{C}$ je $U=0$ V a při $T=20^{\circ}\text{C}$ je $U=10$ mV).

c) Tabulka naměřených hodnot pro vzorek z mědi

Měřený vzorek – Cu					
t [min]	U [mV]	T [$^{\circ}\text{C}$]	U [V]	I [mA]	P [W]
0	0,35	7,0	12,6	975	12,285
2	1,16	23,2	12,6	971	12,235
4	1,40	28,0	12,6	970	12,222
6	1,51	30,2	12,6	967	12,184
8	1,55	31,0	12,6	964	12,146
10	1,62	32,4	12,6	969	12,209
12	1,62	32,4	12,6	967	12,184
14	1,66	33,2	12,6	966	12,172
16	1,67	33,4	12,6	983	12,386
18	1,70	34,0	12,6	985	12,411
20	1,71	34,2	12,6	987	12,436

d) Tabulka naměřených hodnot pro vzorek ze slitiny hliníku

Měřený vzorek – Slitina Al					
t [min]	U [mV]	T [°C]	U [V]	I [mA]	P [W]
0	0,55	11,0	12,8	950	12,160
2	1,20	24,0	12,8	946	12,134
4	1,68	33,6	12,8	948	12,019
6	2,14	42,8	12,8	939	12,173
8	2,30	46,0	12,8	951	12,198
10	2,43	48,6	12,8	953	12,224
12	2,53	50,6	12,8	955	12,134
14	2,61	52,2	12,8	948	12,160
16	2,65	53,0	12,8	950	12,186
18	2,64	52,8	12,8	952	12,122
20	2,65	53,0	12,8	947	12,122

e) Výpočet součinitele tepelné vodivosti pro měď

- součinitel tepelné vodivosti je obecně dán rovnicí

$$\lambda = \frac{Pd}{S \Delta T}$$

- po dosazení hodnot dostaneme

$$\lambda = \frac{Pd}{S \Delta T} = \frac{12,26 \cdot 0,101}{\pi \cdot 0,0051^2 \cdot 34,2} = 443,13 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

f) Výpočet součinitele tepelné vodivosti pro slitinu hliníku

- součinitel tepelné vodivosti je obecně dán rovnicí

$$\lambda = \frac{Pd}{S \Delta T}$$

- po dosazení hodnot dostaneme

$$\lambda = \frac{Pd}{S \Delta T} = \frac{12,148 \cdot 0,104}{\pi \cdot 0,0052^2 \cdot 53} = 280,62 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

g) Odhad pravděpodobné chyby měření

- pravděpodobná chyba měření napětí

$$\vartheta(U) = 0,1 \text{ V}$$

- Pravděpodobná chyba měření proudu

$$\vartheta(I) = 1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$$

- pravděpodobná chyba měření vzdálenosti mezi dvěma konci termočlánu

$$\vartheta(d) = 0,1 \text{ mm} = 0,0001 \text{ m}$$

- pravděpodobná chyba měření poloměru tyče

$$\vartheta(r) = 0,1 \text{ mm} = 0,0001 \text{ m}$$

h) Výpočet pravděpodobné chyby součinitele tepelné vodivosti

- pravděpodobná chyba součinitele tepelné vodivosti je dána rovnicí

$$\vartheta(\lambda) = \sqrt{\left(\frac{Id}{\pi r^2 \Delta T}\right)^2 \vartheta(U)^2 + \left(\frac{Ud}{\pi r^2 \Delta T}\right)^2 \vartheta(I)^2 + \left(\frac{UI}{\pi r^2 \Delta T}\right)^2 \vartheta(d)^2 + \left(\frac{-2UI d}{\pi r^3 \Delta T}\right)^2 \vartheta(r)^2 + \left(\frac{-UI d}{\pi r^2 \Delta T^2}\right)^2 \vartheta(\Delta T)^2}$$

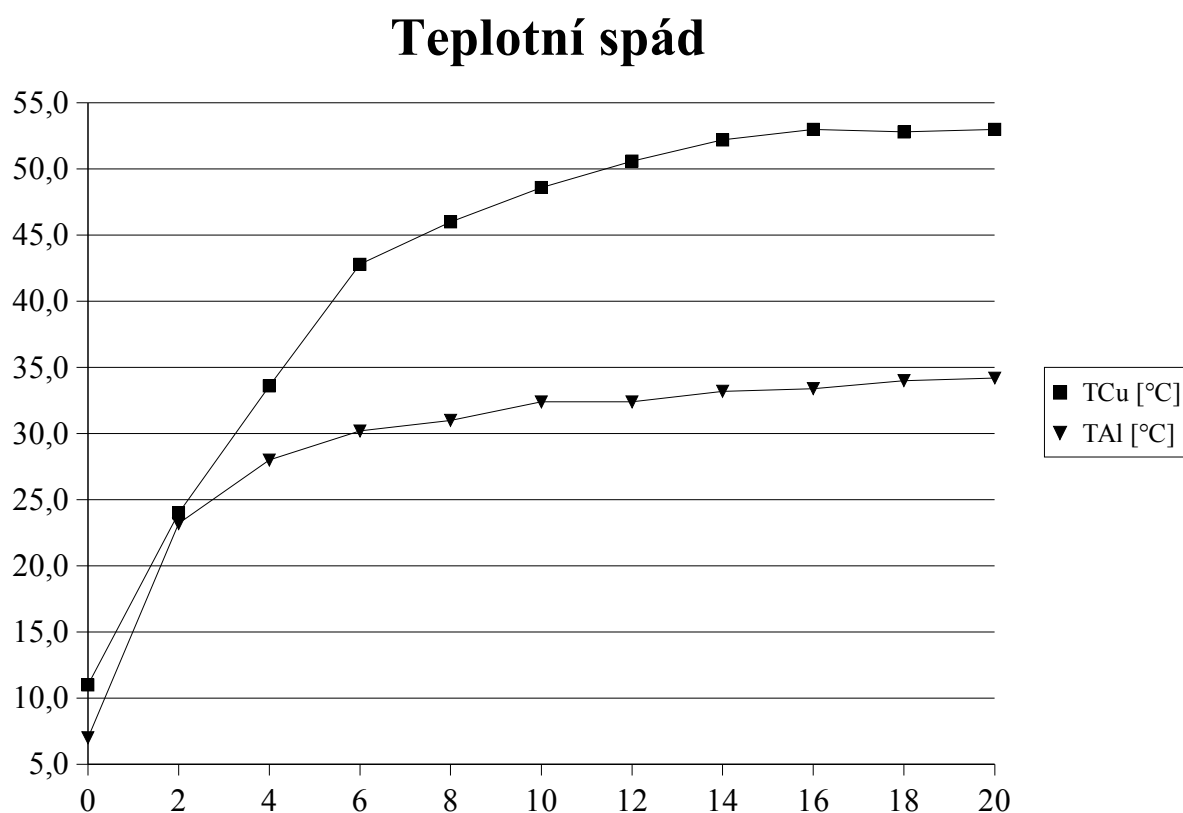
- po dosazení dostaneme pro měď

$$\vartheta(\lambda) = 49,49 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

- po dosazení dostaneme pro slitinu hliníku

$$\vartheta(\lambda) = 31,06 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

i) Graf teplotního spádu



4. Závěr

Změřené součinitele tepelné vodivosti kovů se od tabulkových hodnot liší pro měď o 12%, pro slitinu hliníku o 22,5%. Takto velká chyba, která není ani v toleranci naměřených součinitelů je s největší pravděpodobností způsobena nedokonalým promícháváním směsi vody a ledu v Dewarově nádobě. To bylo zapříčiněno nepřítomností druhého kolegy, a jeden člověk tak s velkými obtížemi kontroloval čas, hodnoty na voltmetrech a ampérmetru, zapisování těchto hodnot a jejich změn a neustálé míchání chladicí směsi.

- součinitel tepelné vodivosti mědi $\lambda = (443,13 \pm 49,49) \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- součinitel tepelné vodivosti slitiny hliníku $\lambda = (280,62 \pm 31,06) \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$