

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Praktikum z elektroniky

Zpracoval: Radek Žemlička

Obor: Fy PLAZ

Naměřeno: 9. listopadu 2010

Testováno:

Úloha č. 1: Měření vodivosti vakuových spojů

1 Teoretická část

Jsou-li dva uzavřené objemy plynu o různých tlacích propojeny vodivostním spojem, bude tímto spojem plyn proudit ze soustavy s vyšším tlakem do soustavy s tlakem nižším. Jsou-li tlakové rozdíly relativně malé, dochází k nepříliš dynamickému transportu molekul a toto proudění nazýváme **molekulárním prouděním**. Jsou-li rozdíly tlaku větší, lze proudění spojem popsat pomocí rovnoběžných proudnic a nazýváme ho **laminárním prouděním**. Je-li rozdíl tlaku velmi velký, pohybují se molekuly plynu po složitých "turbulentních drahách" a toto proudění pak nazýváme **turbulentním prouděním**. Je-li proudění čistě molekulární, platí pro vodivost spoje G_m vztah:

$$G_m = 121 \frac{D^3}{L} \quad (1)$$

Je-li proudění čistě laminární, platí pro vodivost spoje G_l vztah:

$$G_l = \frac{\pi}{128\eta} \frac{D^4}{L} \quad (2)$$

kde η je dynamická viskozita plynu, D a l rozměry vodivostního spoje ve tvaru válce (délka l a průměr D) a $\hat{p} = \frac{p_1 + p_2}{2}$ střední tlak.

Jestliže je tlak v objemu do kterého proudí plyn stále atmosférický, způsobuje proudění změnu objemu soustavy do které plyn natéká ΔV za čas Δt . Známe-li tyto hodnoty, můžeme vodivost vypočítat na základě vztahu:

$$G = \frac{I}{\Delta p} = \frac{\frac{\Delta V}{\Delta t} p_a}{\Delta p} \quad (3)$$

kde p_a je atmosférický tlak a $\Delta p = p_1 - p_2$ tlakový spád.

1.1 Výpočet teoretické hodnoty vodivostního spoje za předpokladu molekulárního, respektive laminárního proudění plynu

Jako rozměry vodivostního spoje byly naměřeny následující hodnoty:

$L = 40,8 \text{ mm}$

$D = 0.6 \text{ mm}$

Z těchto hodnot a vztahu 1 vychází pro molekulární proudění vodivost spoje:

$$G_m = 6.41 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

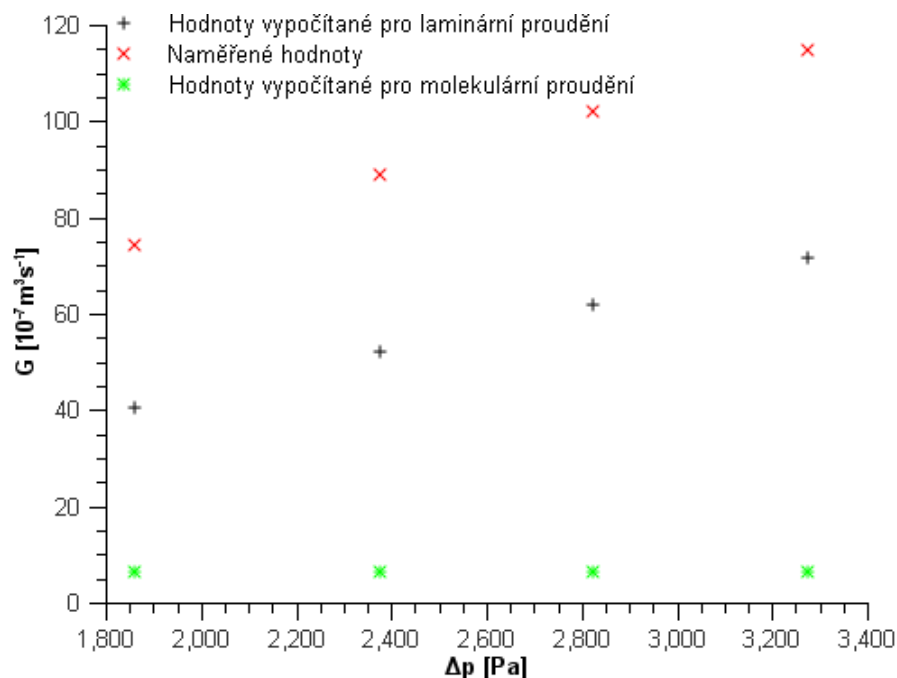
Pro výpočet vodivosti při laminárním proudění bylo užito vztahu 2. Naměřené teplotě vzduchu: $t = 23^\circ\text{C}$ odpovídá dynamická viskozita vzduchu $\eta = 1.82 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Vypočítané hodnoty pro čtyři různé hodnoty tlaku jsou uvedeny v tabulce 1 v kapitole 2 spolu s příslušnými naměřenými hodnotami proudění.

2 Experimentální část

Byla měřena vodivost spoje G pro čtyři různé rozdíly tlaku. V průběhu měření byl atmosférický tlak $p_a = 986.23$ hPa. Pro každý rozdíl tlaku bylo pětkrát provedeno měření $\frac{\Delta V}{\Delta t}$. Průměrná hodnota byla pak dosazena do vztahu 3 a tím určena “Naměřená vodivost spoje G ”. Rozdíly tlaku, teoretické a naměřené hodnoty vodivosti spoje shrnuje tabulka 1 a znázorňuje graf na obrázku 1.

$p_1[Pa]$	$p_2[Pa]$	$\Delta p[Pa]$	$G_{teor}[10^{-7}m^3s^{-1}]$	$G[10^{-7}m^3s^{-1}]$
1878	17.84	1860.17	40.61	74.12
2400.5	24.67	2375.84	51.94	88.95
2856	31.27	2824.73	61.84	101.87
3311.5	37.88	3273.63	71.74	114.78

Tabulka 1: Měření vodivosti spoje a porovnání s teoretickým výpočtem pro laminární proudění



Obrázek 1: Graf naměřených hodnot vodivosti spoje porovnaný s hodnotami vypočítanými dle dvou různých modelů proudění

3 Závěr

Měření se tak odlišuje od teoretických předpovědí, že není možné hledat příčinu v nepřesnosti měření. Tou by mohla být nějaká neodhalená systematická chyba, pravděpodobnější vysvětlení však je, že v našem případě ani jeden z ověřovaných modelů neodpovídá skutečnosti.