

Praktikum z vakuové fyziky

Úloha 5: Měření čerpací rychlosti metodou konstantního tlaku

Úvod

Cílem této úlohy je změřit čerpací rychlost rotační olejové vývěvy metodou konstantního tlaku a změřit objem vakuové aparatury.

Aparaturu tvoří komora, průtokoměr, jehlový ventil, zařízení pro ovládání vývěvy a elektronika pro manometr. Komora je čerpána rotační olejovou vývěvou umístěnou pod stolem. O měření tlaku se stará kapacitní membránová měrka.

Automatický záznam měřených dat v druhé části úlohy umožňuje elektronika skládající se z naprogramovaných elektronických součástek (modulu Arduino Uno a "štítu" (shield), který zajišťuje zápis na SD kartu).

Čerpací rychlost metodou konstantního tlaku můžeme určit pomocí vztahu

$$S = \frac{Q}{P} \quad (1)$$

$$Q = S_V P_{atm} \quad (2)$$

kde Q je proud plynu, S_V je průtok plynu, P_{atm} je atmosférický tlak a P je tlak po ustálení dynamické rovnováhy v systému.

Objem vakuové aparatury můžeme určit pomocí vztahu

$$V = S_V P_{atm} \frac{\Delta t}{\Delta P}, \quad (3)$$

kde V je objem vakuové aparatury, S_V je průtok plynu, P_{atm} je atmosférický tlak a Δp je změna tlaku za časový úsek Δt .

Kontrolní otázky

- Jak závisí čerpací rychlost rotační olejové vývěvy na tlaku?
- V jakém rozsahu tlaků je možné použít rotační olejovou vývěvu?
- Jaké jsou hlavní výhody a nevýhody rotační olejové vývěvy?

Úkoly a pracovní postup

- Prohlédněte si aparaturu a seznámte se s jejím ovládáním.
- V první části úlohy budete určovat čerpací rychlost vývěvy metodou konstatního tlaku. Vyčerpejte aparaturu na mezní tlak pomocí rotační olejové vývěvy. Nastavte průtok plynu a počkejte na ustavení dynamické rovnováhy. Zaznamenejte si hodnotu tlaku. Toto proveďte pro 10 různých průtoků, po každé změně průtoku počkejte na ustálení dynamické rovnováhy.
- Z naměřených dat vypočítejte čerpací rychlost dle vztahu (1). Do grafu vynesete závislost čerpací rychlosti na tlaku.
- Pro druhou část úlohy vypněte elektroventil a přestaňte čerpat aparaturu (dochází k pozvolnému nárůstu tlaku). Za těchto podmínek budete opět měnit průtok plynu (nastavte postupně 5 různých průtoků), data budou zaznamenána automaticky. Automatický záznam dat zapnete stisknutím a krátkým podržením červeného tlačítka (držte, dokud se na displeji neobjeví START). Data budou zaznamenána na SD kartu, ze které si je na závěr stáhnete. Pro ukončení záznamu dat stiskněte a chvíli podržte zelené tlačítka (držte, dokud se na displeji neobjeví STOP). Výstupem bude soubor s příponou *.dat* obsahující dva sloupce - první obsahuje data pro čas a druhý pro napětí. Hodnoty napětí převeďte na tlak.
- Zaznamenané hodnoty pro všechny průtoky plynu vynesete do grafu jako závislost tlaku na čase. Body v grafu proložte přímkou a určete směrnici přímkou. Pomocí vztahu (4) vypočtete objem vakuové aparatury i s chybou měření.
- Zhodnoňte, zda vypočítaný objem odpovídá reálné velikosti aparatury.