

Sledování plynů pomocí metody schlieren

L. Heriban*, J. Něměček**

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

heribluk@fjfi.cvut.cz*, nemecjan@fjfi.cvut.cz**

Abstrakt

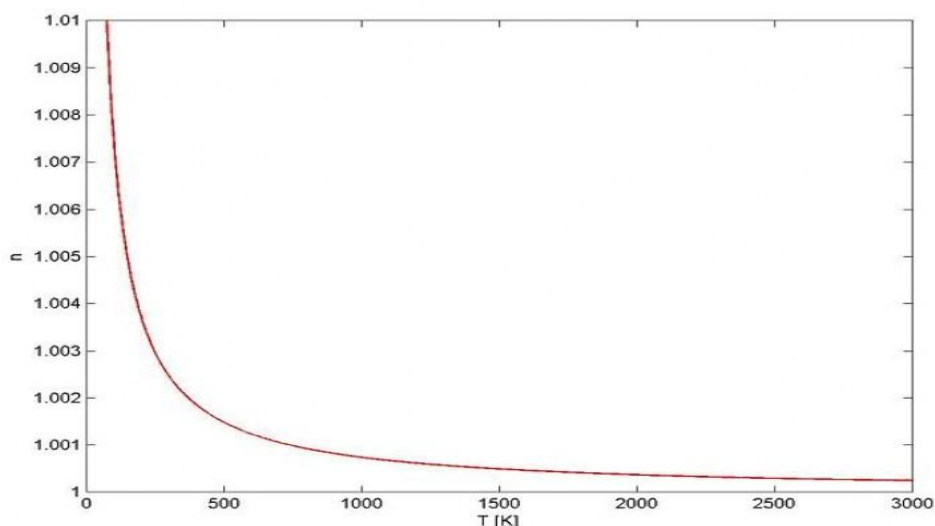
Naše práce pojednává o metodě schlieren, díky které je možné v tekutinách pozorovat jemné změny v indexu lomu. Zkoumali jsme princip fungování této metody. Zaměřili jsme se především na zrekonstruování pokusu, díky kterému bychom sledovali pohyb plynů.

1 Historie

První pozorování této metody zhotovil anglický vědec Robert Hook při pokusech s konvexními čočkami a svíčkami. Robert Hook si všiml na stínítku za čočkami pohybujícího se plynu ze zapálené svíčky a tím tato metoda vešla do podvědomí vědců. Schlieren metoda se začala používat především v druhé polovině devatenáctého století. Pomáhala především odhalit chyby na čočkách a tím je zdokonalit. V roce 1859 zkoumal tuto metodu francouzský vědec Jean Bernard Léon Foucault. Opravdu největšího pokroku v této metodě sledování změn v indexu lomu ale dosáhl německý vědec August Toepler. Název schlieren právě pochází z německého slova "Schliere", které znamená "pruhy" nebo "čáry".

2 Princip fungování

Celá metoda schlieren funguje na způsobu zviditelnění jemných změn v indexu lomu světla v materiálu, kterým prochází světlo. Samotný index lomu je závislý na několika veličinách, jako je teplota, tlak, hustota a druh materiálu. Při malých změnách těchto veličin se světlo procházející materiálem láme jen nepatrně (viz obrázek č. 1) a proto tyto změny okem nedokážeme zachytit. Pomocí soustavy zrcadel a čoček lze tuto změnu umocnit a zviditelnit jí. Tím následně dokážeme sledovat například změny teploty a tlaku v plynech.

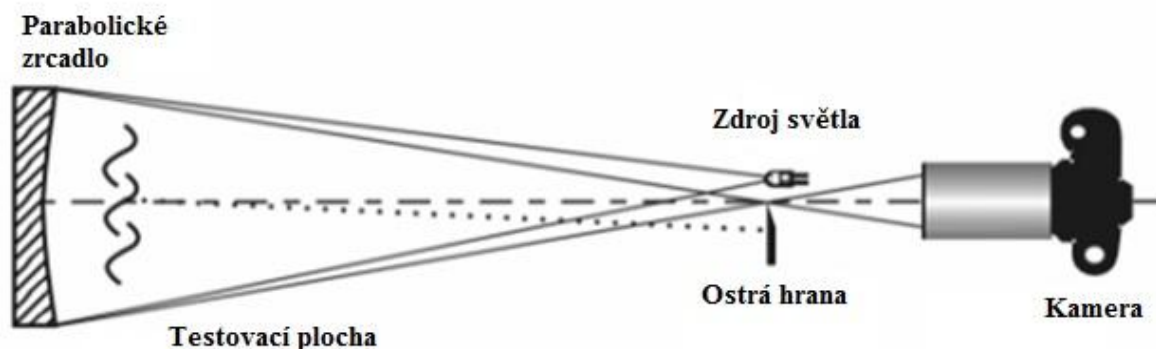


Obr. 1 - Graf změny indexu lomu v závislosti na teplotě

3 Experiment

Při našem experimentu jsme využili vlastnosti sférického zrcadla. Pokud světlo projde optickým středem a dopadne právě na sférické zrcadlo pak dopadá přesně pod úhlem 90° na tečnu kružnice tvořenou sférickým zrcadlem. Podle zákona odrazu se tento světelný paprsek pak vrací zpátky do optického středu. V místě optického středu následně můžeme zachytit odražené světlo na kameru a pozorovat změny, které byly způsobeny průchodem světla prostředím s měnícím se indexem lomu.

K experimentu jsme využili jedno konkávní parabolické zrcadlo. Nepoužívali jsme kulové zrcadlo, jelikož tyto zrcadla mívají větší kulovou vadu než parabolická zrcadla. Do optického středu jsme umístili bodový zdroj světla (LED diodu). Zdroj světla jsme nepatrně vychýlili z optického středu na stranu, aby mohly odražené paprsky projít do kamery umístěné těsně za optickým středem. Do optického středu jsme umístili žiletku, která sloužila jako ostrá hrana a rozdělili jsme díky ní odražené světlo na dvě části. Touto ostrou hranou jen zvětšujeme rozdíl mezi světlem, které se láme víc a míň. V pracovní zóně před zrcadlem pak můžeme provádět experiment a zachytit ho do kamery. (viz obrázek č. 2)



Obr. 2 - Schéma pokusu

4 Zrcadlo

Největším problémem našeho experimentu bylo sehnat kvalitní parabolické zrcadlo. Po neúspěšné návštěvě planetária hlavního města Prahy, jsme se rozhodli zhotovit naše vlastní zrcadlo. K výrobě zrcadla jsme použili televizní satelit coby parabolický podklad a zrcadlovou samolepící folii o šířce 45 cm. Folií jsme nastříhali na menší kousky o velikostech přibližně 10x10 cm a postupně lepili na plochu satelitu, kterou jsme předem omyli a očistili.

5 Závěr

Experiment se nepovedl podle našich představ, jelikož naše parabolické zrcadlo bylo velmi nepřesné a vykazovalo velkou kulovou vadu. V optickém středu měli odražené paprsky moc velký rozptyl abychom mohli cokoliv sledovat.

Pro další fázi experimentu bychom se rádi zaměřili na sehnání kvalitnějšího zrcadla a preciznější nastavení aparatury abychom byli schopni sledovat chování tekutin.

6 Poděkování

Rádi bychom poděkovali především ing. Vojtěchu Svobodovi , CSc. za poskytnutí všech potřebných pomůcek a místa pro náš experiment.

Reference

- [1] Tânia Santos Carvalho, *The schlieren phenomena*,
<http://remotelab.energia.bme.hu/index.php?page=schlieren>
- [2] kol. autorů, *Schlieren*,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Schlieren>
- [3] Lecture Demonstration Harvard, *Schlieren optic*,
<https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/schlieren-optics>