

- 1) nahoru: pokud je výška vody v kelímku cca $h_2 < 10$ cm, pak $h_c = h_2$, jak se proud vody rozpadne v jisté výšce $h_p = h_2$ a pak $h_c = h_p$;
- 2) dolů: je-li vzdálenost den cca $h_n < 10$ cm, pak $h_c = h_n$, v opačném případě (proud vody se rozpadne ve výšce h_r) je $h_c = h_r$.

Sestavením příslušné diferenciální rovnice (2. řádu) typu $y'' + a^2 \cdot y = b$ (tzn. rovnice kmitání s a , $b \neq \text{konst.}$, kde y' značí rychlost proudu vody) a modelováním zjistíme, že daný systém nejenže kmitá neharmonicky (zřejmě z toho, že a , $b \neq \text{konst.}$), ale také s rostoucí amplitudou (omezena třením v kapalině).

4. Dosažené výsledky

Samozřejmě se nejedná o jakési perpetuum mobile, ale o to, že hustota kapaliny v horní nádobě klesá, tzn. systém ztrácí potenciální energii, která se přeměňuje na energii kinetickou.

5. Diskuse

Je nutné, aby otvor měl vhodnou velikost — řádově desetin milimetru. Při větším otvoru nutně dojde k ustavení dvou protiběžných proudů, při menším se na otvor často nalepí bublinka vzduchu, která znemožní přetékání kapalin.

6. Závěr

Výsledky experimentů daly základ k vysvětlení pozorovaných oscilací. Byly popsány závislosti periody děje na některých parametrech soustavy.

Teoretický kvantitativní popis jevu (tedy teoretické určení periody) je pravděpodobně možný jen na základě počítačového modelu. Za použití určitých zjednodušení byla výsledkem tohoto modelu periodická funkce s řádově stejnou periodou jako pozorované oscilace.

(8) Název: Kouzelná trubice

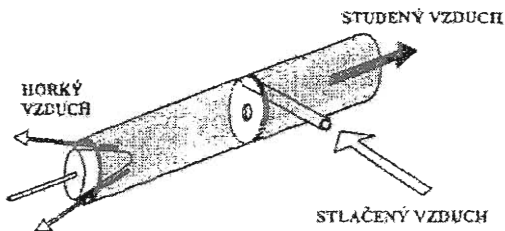
Ročník: 10.; 1996 – 1997

Č. úlohy: 6

Text: Kompressor vhání vzduch do Ranque-Hilshovy trubice tvaru T pod tlakem 0,5 MPa nebo vyšším, takže vzduch v ní začne cirkulovat. V takovém případě z jednoho konce trubice vychází teplý vzduch a z druhého vzduch studený. Určete, který z konců trubice je tím „horkým“ a vysvětlíte, proč pozorujete takový rozdíl teplot. Prozkoumejte, na kterých parametrech tento rozdíl závisí.

1. Experiment

Kromě zkoumané Ranque-Hilschovy trubice, sestavené podle obrázku 8-1, použijeme kompresor s výstupním tlakem 2–10 atm, měřicí zařízení pro vstupní tlak do trubice a měřicí zařízení pro výstupní teploty z trubice.



Obrázek 8-1: Ranque-Hilschova trubice

Příprava: S užitím stojanu, svorek a hadiček (přívod vzduchu) sestavíme stabilní experimentální soustavu.

Stavba trubice: Stlačený vzduch je vháněn do trubice vstupní tryskou, která je umístěna v tečném směru na plášť trubice. Na jedné straně od tohoto vstupu je trubice přehrazena přepážkou se středovým otvorem. Na opačné straně je trubice zakončena regulovatelným škrticím kohoutkem umožňujícím únik vzduchu pouze v blízkosti stěn.

Provedení: Kompresor vhání do trubice vzduch vstupní tryskou pod tlakem v řádu atmosfér. Regulovatelným kohoutkem měníme hmotnostní poměr vzduchu unikajícího na opačných koncích trubice. Středovým otvorem uniká vzduch značně zchlazený, zatímco na druhém konci s teplotou výrazně vyšší. Tyto hodnoty jsou závislé na vstupních parametrech.

2. Pracovní hypotéza

Rozdílné teploty unikajícího vzduchu na opačných koncích trubice jsou dány přeměnou kinetické energie plynu.

3. Teoretické řešení

Parametry ovlivňující průběh děje:

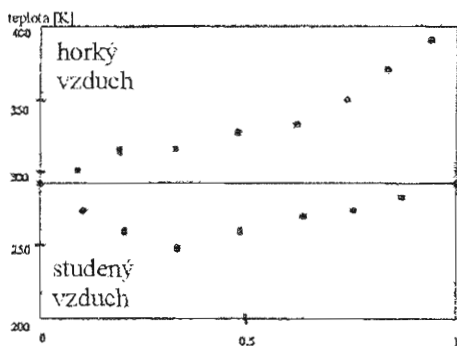
- 1) vlastnosti užitého plynu (molární hmotnost, měrná tepelná kapacita, kinematická viskozita, teplota, ...)
- 2) parametry trubice (rozměry trubice, poloha škrticího kohoutku...)
- 3) vstupní tlak

Tečným vstupem je vzduch uváděn do rotačního pohybu kolem osy trubice. Podle zákona zachování momentu hybnosti je úhlová rychlost plynu v daném místě průřezu nepřímo úměrná vzdálenosti od osy. Působením viskozity (vnitřního tření) má rotující plyn tendenci dosáhnout

stavu víru vynuceného s jednotnou úhlovou rychlostí. Při přechodu mezi těmito stavy nastává přeměna části kinetické energie plynu na tepelnou. To způsobuje zvýšení teploty plynu ve větší vzdálenosti od osy.

4. Dosažené výsledky, diskuse

Umístění vstupu rovněž způsobuje vysoký tlak u stěn a naopak velmi nízký tlak plynu v oblasti osy. V této části trubice plyn expanduje, což způsobuje snížení jeho teploty.



Hmotnostní poměr studeného a horkého vzduchu

5. Závěr

1. Středovým otvorem uniká vzduch z oblasti osy — studený.
2. Otvorem kolem škrťácího kohoutku uniká vzduch z blízkosti stěn — horký.

(9) Název: Elektrické kyvadlo

Ročník: 17.; 2003 – 2004

Č. úlohy: 3

Text: Užijte vlákna k zavěšení kuličky mezi desky kondensátoru. Když jsou desky nabitý, kulička začne oscilovat. Na čem závisí perioda těchto oscilací?

1. Experiment — interpretace

Kulička je z vodivého materiálu. Na deskách kondensátoru se shromažďuje elektrický náboj. Proto se kulička při prvotním nárazu na desku kondensátoru nabije s touto deskou souhlasně. Pak je ale od této desky odpuzována a zároveň přitahována druhou deskou, do které vzápětí narazí. Tato deska má opačný náboj než první deska, a tím i kulička. To umožní kuličce se nejen vybit, ale i nabít nábojem souhlasným s touto deskou. Opět je pak od této desky odpuzována a letí k první desce. Takto tedy vzniknou v našem případě oscilace.

2. Pracovní hypotéza