

Vizualizace proudění tekutin pomocí termokamery

Zdeňka Kielbusová
KMT, FPE, ZČU v PLZNI

ABSTRAKT

Tento příspěvek pojednává o vizualizaci proudění kapalin v různých podmínkách při rotaci, proudění přes překážky, ale i vzniku proudění zahříváním tekutiny.

ÚVOD

Turbulentní proudění je velmi obtížné popsat jak v matematice, tak ve fyzice. Ovšem je vizuálně velmi hezké. Vírové kroužky jsou velmi hojné v turbulentních tocích kapalin a plynů, ale zřídka kdy si jich všimneme. Jednou z možností, jak proudění zviditelnit, je použití termokamery.

Využijeme nejen jevu difúze, Coriolisovu sílu, ale i tepelné konvekce. Budeme společně mísit různě teplé tekutiny za různých podmínek.

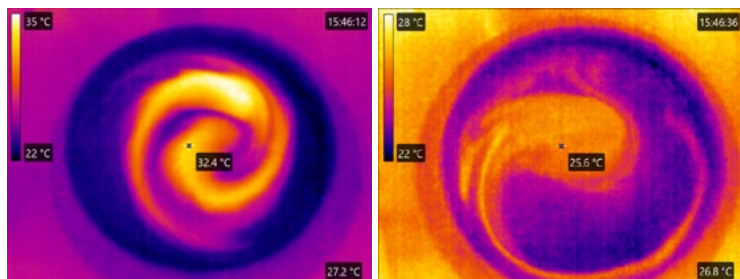
Vznik proudění vlivem rotace

POMŮCKY

- Termokamera
- Velká Petriho miska
- Rotační deska
- Studená a teplá voda
- Injekční stříkačka

POSTUP

Na rotační desku umístíme velkou Petriho misku, do které nalijeme studenou vodu. Do injekční stříkačky nabereme horkou vodu. Zapneme termokameru. Injekční stříkačkou vstříkneme horkou vodu do nádoby se studenou vodou. Roztočíme rotační desku a vše sledujeme pomocí termokamery.



Obrázek 1: Využití rotační desky

VYSVĚTLENÍ

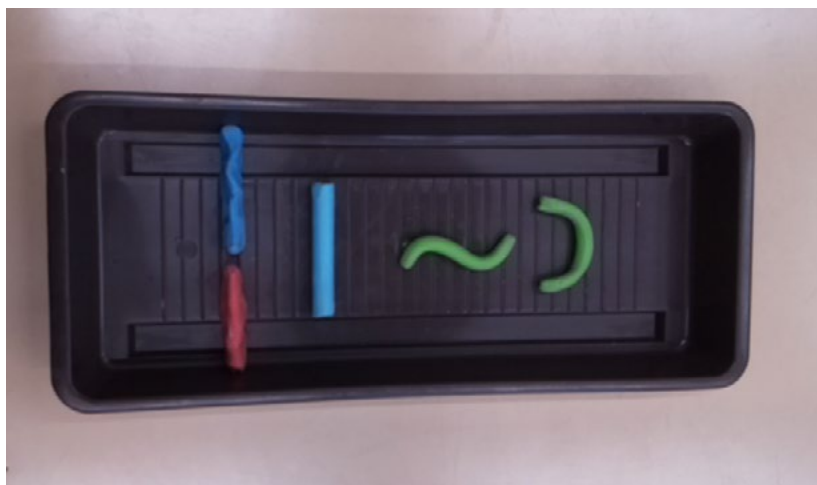
Víry v *Petriho misce* vznikající vlivem rotace a jsou spojeny s Coriolisovou silou. Coriolisova síla ovlivňuje pohyb tekutin na povrchu rotujícího tělesa. Kvůli rotaci vody se částice vody pohybují různou rychlostí v závislosti na jejich vzdálenosti od osy rotace. Částice blíže k ose rotace se pohybují pomaleji než částice dále od osy rotace. Tato nerovnoměrná rychlost vody vytváří rozdíly v tlaku a vede k vytváření vírů.

POKUS Č. 2

Vizualizace proudění vody přes a kolem překážek

POMŮCKY

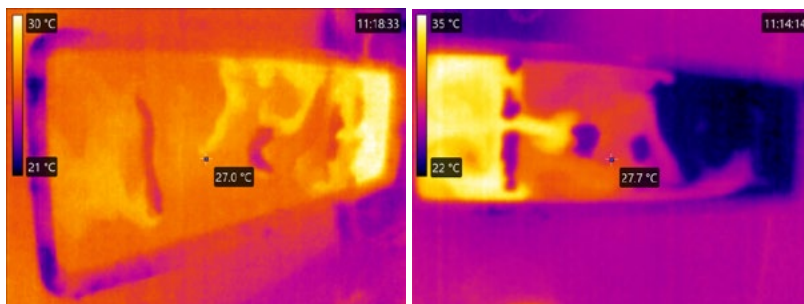
- Termokamera
- Vhodná mělká nádoba obdélníkového tvaru (miska pod květník)
- Modelína (tvorba různých překážek)
- Injekční stříkačka
- Nádoba s nalévací hubičkou
- Teplá a studená voda



Obrázek 2: Připravená nádoba na experiment

POSTUP

Z modelíny vytvoříme překážky v mělké nádobě obdélníkového tvaru. Do nádoby s nalévací hubičkou nalijeme studenou vodu, kterou následně postupně vléváme do mělké nádoby a pomocí termokamery sledujeme, jak voda proudí přes překážky a kolem nich. V druhém kroku nabereme do větší injekční stříkačky horkou vodu a vstříkneme ji do studené vody v mělké nádobě a opět pozorujeme termokamerou. Experiment můžeme snadno opakovat a obměňovat díky využití modelíny se kterou je velmi snadná manipulace a má dobrou přilnavost k hladkému povrchu.



Obrázek 3: Průběh pokusu

VYSVĚTLENÍ

Proudění vody kolem překážek je komplexní jev, který zahrnuje různé typy proudění, včetně laminárního a turbulentního. Při proudění tekutin se mohou vytvářet víry, což jsou oblasti tekutiny, které se otáčejí kolem osy. Tyto víry vznikají v důsledku vnitřního tření mezi vrstvami tekutiny, které proudí různými rychlostmi. Toto je důsledek viskozity tekutiny, což je vlastnost, která způsobuje vnitřní tření mezi vrstvami tekutiny. V rámci tohoto pokusu můžeme sledovat vznik vírů, které se často tvoří za pevnými tělesy, která jsou v klidu.

POKUS Č. 3

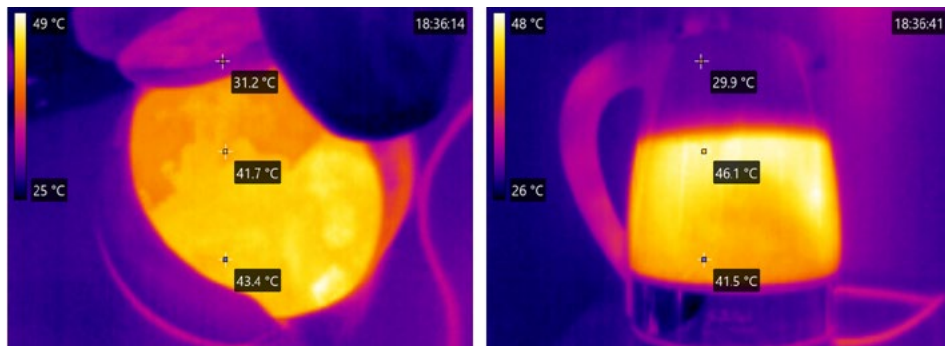
Vizualizace proudění v rychlovarné konvici

POMŮCKY

- Termokamera
- Rychlovarná konvice
- Studená voda

POSTUP

Do studené rychlovarné konvice nalijeme vodu do tří čtvrtin jejího objemu. Sepneme spínač a začneme zahřívát vodu v konvici při otevřeném víku. Pokus sledujeme pomocí termokamery ze dvou pohledů shora a z boku.



Obrázek 4: Proudění v rychlovarné konvici

VYSVĚTLENÍ

V kapalinách vzniká proudění jako důsledek rozdílných hustot, které mají části kapaliny o různých teplotách. Vodě, která má vyšší teplotu, se vlivem objemové teplotní roztažnosti snižuje hustota a stoupá tak v tíhovém poli vzhůru. Výjimku tvoří teplotní interval $4^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$, kdy se již projevuje anomálie vody. Pokud sledujeme rychlovarnou konvici při otevřeném víku uvidíme na hladině výrony teplé vody stoupající od topné spirály. Pokud budeme rychlovarnou konvici sledovat z boku, uvidíme, že přestože je topná deska umístěna u dna, nejrychleji se vlivem proudění prohřívá voda u hladiny.

ZÁVĚR

Proudění tekutin je fascinujícím světem, který může ožít díky termokamerám. Ty nám umožňují nahlédnout do dosud neviditelných detailů a porozumět dynamice a chování tekutin v reálném čase. S jejich pomocí jsme schopni odhalit vzorce, které ovlivňují naši každodenní realitu, a posunout hranice našeho poznání. Vizualizace proudění tekutin prostřednictvím termokamer představuje i esteticky oslnivý pohled do skrytých tajemství fyzikálního světa, který nás obklopuje.

TY



ná motorika, představivost
nky, miska s ledem, utěrka (podložka)
vyřešení spolužákem a termokamerou



Lab IR Edu

Termovize do škol

Vzdělávací projekt
výzkumného centra NTC
Západočeské univerzity
v Plzni

Termo'
pro in
polyt
v

Propojujeme
školní předměty,
vytváříme inspirativní
výukové materiály,
školíme učitele i děti

edu.labir.cz

