

Mrznutí podchlazené vody

Uršula Fortin

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

fortiurs@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Pokusem jsem se snažila ověřit, jestli je možné podchlazenou vodu při teplotách kolem minus 10°C nechat zmrznout průletem částice. Vycházela jsem z podobného experimentu s mlžnou komorou, který je všeobecně známý, dá se při něm určit dráha, kudy částice prolétla. Dále mě zajímala struktura ledu a proč je nebezpečná námraza na letadlech.

1 Úvod

Navázala jsem na svoji předchozí prezentaci, kdy jsem se věnovala tomu, proč spadl let Air France 447 a tomu jakou roli v tom mohla případně sehrát podchlazená voda v mracích, kterými stroj prolétal. Mojí pozornost vzbudila část informace v závěrečné zprávě BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile), která zmiňovala možnou přítomnost podchlazené vody v mracích. Když jsem připravovala prezentaci, chtěla jsem se více zabývat právě tímto aspektem, který mohl značně přispět k pádu letadla. Chtěla jsem podchlazenou vodu vyrobit. Přes počáteční déletrvající neúspěchy, se mi povedlo podchlazenou vodu v mrazáku v učebně praktik vyrobit. Musela jsem k tomu použít stolní vodu, kterou jsem ale musela dát zmrazit bez toho, abych lahev otevřela. Zkoušela jsem destilovanou vodu a několik různých stolních i kojeneckých vod. Nejspolehlivěji se voda dala podchladiť v skleněné lahvi. Pozorovala jsem rychlé tuhnutí vody. Spouštěcím momentem k tuhnutí, bylo vytvoření jader krystalizace, která se vytvořila, jak se domnívám, ze vzduchových bublinek, které se do vody dostaly po zatřepání lahvi. Mojí otázkou bylo, jestli by nebylo možné krystalizaci iniciovat průletem částice. Pokud by se mi to povedlo, mým záměrem bylo porovnání ledu vzniklého z podchlazené vody průletem částice, ledu, který vznikl z podchlazené vody po zatřesení s lahví a ledu, který vzniknul mrznutím vody bez toho, aby se nejprve podchladiť. Také by měla být vidět dráha částice, podle průběhu jader krystalizace.

2 Průběh experimentu

Zopakovala jsem přesně průběh svého předešlého pokusu a vytvořila podchlazenou vodu. Protože jsem již měla určené podmínky i čas potřebný k tomu, aby se voda podchladiť, ale ještě nezmrzla.

Měla jsem tedy dostatečnou zásobu lahví s podchlazenou vodou. Použila jsem zářič Cesium 138, který mi laskavě zapůjčil vedoucí fyzikálního semináře ing. V. Svoboda. Experiment neproběhl, tak jak jsem doufala. Podchlazená voda po průletu částicí nezmrznula. Jedním z důvodů mohlo být i velmi nepříznivá teplota v místnosti, která přesahovala 26°C. Pokusila jsem se lépe odhadnout moment, kdy by voda už byla podchlazená, ale ještě nezmrznutá. Použila jsem multimetr a jeho pomocí jsem měřila teplotu lahví v zavřeném mrazáku. Zjistila jsem, že po každém otevření dvířek mrazáku v něm teplota velmi rychle rostla. Ale změřit teplotu lahví se mi uspokojivou přesností nedařilo. Na vině mohla být vlhkost, která se na skleněné lahvi srážela. Rozdíl mezi dvěma multimetry, pomocí kterých jsem měřila teplotu lahví v zavřeném mrazáku, byl 6°C. Experiment jsem ukončila a rozhodla se ho zopakovat za výhodnějších podmínek, tedy v chladnější den.

3 Druhý a třetí pokus

Teplota v místnosti byla 19°C, použila jsem opět zářič Cesium 138. Ale experiment se nezdařil ani tentokrát. Podchlazenou vodu jsem vytvořila, po zatřesení zmrzla. Ale vystavení lahve zářiči na mrznutí nemělo vliv, voda nemrzla. Po poradě s vedoucím fyzikálního semináře ing. Vojtěchem Svobodou, vyvstala otázka, jestli vůbec sklo propouští tolik radioaktivních částic, aby to mohlo mít vliv na krystalizaci vody. Změřili jsme tedy jak poklesne úroveň radioaktivity za sklem, za olovem a v závislosti na vzdálenosti od zdroje záření. překvapivé bylo zjištění, že sklo clonilo radioaktivitu jen o něco méně než olovo. Ale přesto jsme potvrdili, že se částice do vody dostaly.

4 Struktura ledu

K porovnávání struktury ledu jsem se vůbec nedostala. Ale během pokusu jsem zaznamenala zajímavý úkaz. Krystalizace probíhá z krystalizačních jader. Pokud by probíhala krystalizace skutečně jen z jednoho krystalizačního jádra, mohl by vzniknout monokrystal. A to jsem přesně pozorovala. Protože tuhnutí probíhalo takovou rychlostí, že se dalo pozorovat, jak se led šíří. A bylo dobře patrné, jak se led šířil pouze z jednoho bodu. Pozorovala jsem to však pouze jednou ze všech pokusů, kterých jsem provedla minimálně padesát. Tento jev jsme konzultovala na katedře materiálů s ing. J. Adámkem, který tento jev také vysvětlil jako vznik monokrystalu. Moji hypotézu tedy potvrdil

5 Podchlazená voda a letecký provoz

Konzultovala jsem problém s podchlazenou vodou s leteckým technikem Štefanem Janošem. Podchlazená voda představuje nebezpečí proto, že ovlivňuje fungování pitotových trubic, které měří rychlost letadla ve vzduchu. Samozřejmě jsou připravené na velmi nízké teploty. Mají vlastní vyhřívání. Podchlazená voda se ale dostane dovnitř a teprve uvnitř zařízení zmrzne. V ten moment je pitotova trubice ucpaná a nemůže fungovat správně. Velké nebezpečí představuje podchlazená voda i pro letecké motory, protože se také dostane dovnitř a po tom co uvnitř zmrzne, což při teplotách víc než minus 40°C probíhá velmi rychle, dokáže motor poškodit nebo dokonce roztrhnout. Krystalizace vody, podchlazená voda a to jak se voda v mracích chová při nízkých teplotách, je pro letecký provoz velmi důležité a jistě žádaným předmětem výzkumu.

6 Závěr

Experiment se nezdařil. Neprováděla jsem ho za ideálních podmínek. Bylo by dobré ho zopakovat za příznivější teploty, s možností přesnějšího měření teploty v zavřeném mrazáku. Také by asi bylo dobré do mrazáku umístit malou kameru. Mohla bych přesně určit teplotu, za které voda, tohoto konkrétního složení a v těchto skleněných lahvích zmrazne a teplotu na kterou se ještě se dá podchladiť. Možná by bylo možné provést tento experiment i se zářičem, který jsem měla k dispozici. I když by určitě bylo výhodou, pokud bych mohla použít silnější zářič. Pokud bych mohla experiment znovu provést, bylo by jistě velmi zajímavé se zaměřit i na strukturu ledu a porovnat jednotlivé vzorky mezi sebou, tak jak jsem původně zamýšlela.

Poděkování

Chtěla bych poděkovat ing. V. Svobodovi za zapůjčení zářiče a podporu během celého projektu. Ing J. Adámkovi bych chtěla poděkovat za možnost prodiskutovat problém možného vzniku monokrystalu.

Reference

Internetový článek	[1] kol. autorů, <i>Airbus</i> , http://www.airbus.com/
	[2] kol. autorů, <i>BEA</i> , http://www.bea.aero/
	[3] D. Dosoudil, <i>Námraza</i> , http://www.vacc-cz.org/wiki/index.php / /N%C3%A1mraza
	[4] kol. autorů, <i>In-Flight Icing</i> , http://www.skybrary.aero/index.php/In-Flight_Icing
	[5] V. Molinero, <i>Supercool</i> , http://archive.unews.utah.edu/news_releases /supercool/

Obr. Lahev a led, který vznikl po zatřesení lahvi.



