

Weissenbergův Effekt

J. Cvrček*, F. Hruza**

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1.
cvrcejan@fjfi.cvut.cz*, gfoxs.cz@seznam.cz**

Abstrakt

Naším záměrem bylo popsat Weissenbergův Effekt a následně ho demostrovat. Doma se nám pokus zdařil, bohužel však ve škole z nějakého zvláštního důvodu chemikálie špatně reagovaly a tak jsme si museli vystačit s fotodokumentací.

1 Úvod

Weissenbergův Effekt byl objeven a popsán v rámci snahy o popis zákonitostí, kterými se řídí neneutonské kapaliny krátce po druhé světové válce. Díky dvojici Karl Weissenberg a Heinrich Hencky.

2 Neneutonské kapaliny

Jsou kapaliny reologicky složitější (reologie je věda o pohybu vazkých kapalin), které se Newtonovým zákonem neřídí, ale platí pro ně analogicky s Newtonovým zákonem rovnice

$$\tau = h \cdot D \quad (1)$$

kde h je tzv. **zdánlivá viskozita**, která není látkovou konstantou, ale závisí na rychlosti deformace nebo tečném napětí. K charakterizaci toku neneutonských kapalin je proto nutno znát průběh závislosti

$$h = h(D) \text{ v širším intervalu } D. \quad (2)$$

Nejdůležitější neneutonské efekty v kapalinách jsou:

Weissenbergův tlakový efekt, ředění nebo naopak houštění kapaliny při změně smykové rychlosti a také např. rozšíření proudu kapaliny při výstupu z trubky.

Tyto nejznámější charakteristiky neneutonských kapalin lze popsat, vysvětlit a matematicky modelovat pomocí teorie normálových tlaků (rozdíl tlaků) v jednoduchém smykovém proudu neneutonské kapaliny a nebo pomocí smykové (dynamické) viskozity, která závisí na deformačně napjatostním stavu kapaliny. U všech neneutonských kapalin se obvykle oba tyto vlivy objevují současně.

V našem pokusu se se vyskytuje vodný roztok škrobu, těsto na palačinky a směs vodných roztoků lepidla herkules a tetraboritanu sodného. Existují ale i jiné příklady, například čokoláda, pasta na zuby, rtěnka a jiné.

3 Weissenbergův efekt

Weissenbergův jev je projev elasticity kapalin vznikem napětí kolmého k povrchu rotačního tělesa, kdy dochází k vytlačování kapalin směrem vzhůru. Dlouhé řetězce molekul mohou být modelovány jako chování pryžových pásků nebo pružin. Při natahování jsou pružiny z molekul natahovány

kolem rotující hřídele a vykazují sílu kontrakce směrem k ose rotace jako zaškrčení, což nutí kapalinu téci ve směru k ose. Výsledkem je překvapivé stoupání této kapaliny po tyči, tzv. Weissenbergův efekt. Stoupání po tyči může být použito pro měření rozdílu normálových napětí.

4 Naše zkušenosti

Zkoušeli jsme tři neneutonské směsi

- 1) palačinkové těsto – recept z kuchařky. Tato směs vystoupí asi do výše 1cm. Jeho příprava je však jednoduchá, a proto vhodná pro experiment..
- 2) Směs bramborového škrobu a vody – není jednoduché docílit správného poměru, ideální je zhruba 2:1, ale není to úplně přesné, navíc se směs musí lehce zahřát a během následného chladnutí není stabilní. Tudiž u této směsi bylo nejtěžší demostrovat weissenbergův efekt.
- 3) Směs nazývaná gluep vystoupí nejvýše, nám se podařilo namotat ji 7 cm vysoko, ale lze dosáhnout i větších hodnot, na videu [4] je vidět cca 20 cm vysoký sloup.

skládá se ze dvou roztoků:

- 20 ml herkulesu, 20 ml vody
- nasycený roztok boraxu (dekahydrát tetraboritanu sodného)
- tyto roztoky se smísí a výsledná směs se promyje pod tekoucí vodou
- Při přípravě směsi ve škole pro demonstraci na posterové sekci se právě v této poslední fázi stala chyba a po promytí se směs rozpustila, díky čemuž jsme Weissenbergův efekt nemohli demostrovat.

5 Závěr

V domácích podmínkách se experiment povedlo úspěšně dokončit. Ověřili jsme si vlastnosti Neneutonských kapalin a posbírali jsme nové zkušenosti v jiném odvětví fyziky, než kterému se chceme věnovat.

6 Reference

[1] M. Simon, *Studium struktury vrstev části při fluidaci neneutonskými kapalinami*, <http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/22671/1/D13954.pdf>

[2] anonym, *Neneutonská kapalina*, <http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/pdf/4-01FRVS-03.pdf>

[3] K. Ambrožová, A. Jurásková, E. Sedláčková, *Dokumentace*, http://kdf.mff.cuni.cz/tabor/2010/odborny/neneutonska_kapalina.pdf

[4] anonym, *Weissenbergův efekt*, <http://fyzmatik.pise.cz/28948-weissenberguv-efekt.html>