

Nenewtonovské kapaliny

K. Deriánová^{*}, J. Fiedler^{**}, J. Kaufman^{***}

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

^{*}deriakat@fjfi.cvut.cz ^{**}fiedlja1@fjfi.cvut.cz ^{***}kaufmjan@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Nenewtonská tekutina (non-Newtonian fluid) je nelineárně viskózní látka, která se „neřídí“ Newtonovým zákonem viskozity. Je to tekutina, u které není rychlost deformace úměrná napětí. Chování dané nenewtonovské tekutiny nemusí vždy záviset jen na napětí, ale také i na době, po kterou napětí na tekutinu působí. Pokud rychlost deformace s dobou působení stálého napětí roste, pak hovoříme o *tixotropní* látce. Jestliže se s dobou působení napětí rychlost deformace zmenšuje, hovoříme o *reopexní* látce. Jejich využití je všestranné, například v potravinářství nebo i ve zbrojním průmyslu. Při našich pokusech si kapalinu roztančíme pomocí síly zvuku a vyzkoušíme její odolnost proti střelným zbraním.

1 Nenewtonská tekutina

Nenewtonské tekutiny se ani při laminárním toku neřídí Newtonovým zákonem viskozity, poměr tečného napětí a rychlostního gradientu není konstantní, závisí na hodnotě rychlostního gradientu. Bývá označován jako nenewtonská nebo zdánlivá viskozita. Podle průběhu závislosti rychlostního gradientu na tečném napětí jsou rozlišovány různé typy nenewtonských kapalin:

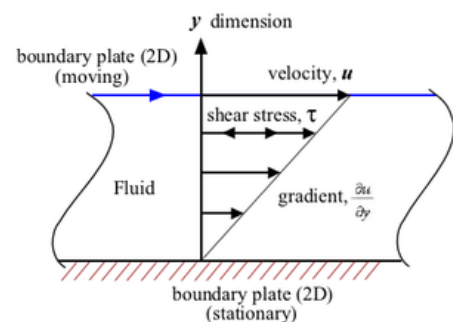
- pseudoplastické a plastické - jejichž viskozita s rostoucím rychlostním gradientem klesá
 - kečup, bláto, zubní pasta
- Binghamské - vykazují mez toku, tzn., tečou až od určitého napětí
 - suspenze křídý či vápna, odpadní kaly, roztoky či taveniny polymerů
- dilatantní - jejichž viskozita s rychlostním gradientem vzrůstá
 - suspenze kukuřičného škrobu

Pseudoplastické a plastické kapaliny mohou být tixotropní, dilatantní kapaliny mohou být reopexní. Určení chování nenewtonovské látky zjistíme tehdy, je-li známa závislost $D = D(\tau)$, tzn. závislost rychlosti deformace D na napětí τ .

- tixotropní tekutiny – s dobou působení napětí viskozita klesá (nátěrové hmoty)
- reopexní tekutiny – s dobou působení napětí viskozita roste

2 Viskozita

Viskozita (vazkost) je veličina charakterizující vnitřní tření. Je to fyzikální veličina, udávající poměr mezi tečným napětím a změnou rychlosti v závislosti na vzdálenosti mezi sousedními vrstvami při proudění skutečné kapaliny. Větší viskozita znamená vzrůstající odpor pohybu kapaliny nebo těles v kapalině.



Vnitřní tření závislé na gradientu rychlosti je dáno vztahem $\tau = \eta \frac{dv}{dy}$, kde dv/dy označuje gradient (růst) rychlosti ve směru kolmém na rychlost, τ je tečné napětí a η se nazývá dynamická viskozita (vazkost). V soustavě SI vyjadřuje sílu v newtonech, která je zapotřebí, aby se vrstva o ploše 1 m^2 posunula oproti stejné vrstvičce ve vzdálenosti 1 m o 1 m ve vodorovné rovině. Vztah pro dynamickou viskozitu pochází od Newtona a platí pro většinu kapalin i plynů. Takové tekutiny se nazývají *newtonovské tekutiny*. Dynamická viskozita u nich nezávisí na gradientu rychlosti. Existují i takové tekutiny, u nichž je viskozita na gradientu rychlosti závislá. Takovým kapalinám říkáme *nenevtonovské tekutiny*.

3 Pokusy

V prvním pokusu si vyzkoušíme odolnost suspenze škrobu a vody proti střele ze vzduchovky. Odolá vrstva suspenze o tloušťce 10mm nebo 20mm střele ze vzduchovky *Slavia 634* ráže 4,5 mm a ústové rychlosti střely 220 m/s? Z pokusu jsme zjistili, že ani jedna vrstva suspenze neodolala střele ze vzduchovky.



Obr. 1 Suspenze při průstřelu vzduchovkou



Obr. 2 Kapalina na reproduktoru

V dalším předvedeném pokusu se podařilo suspenzi pomocí síly zvuku uvést do pohybu. K vidění byly nejrůznější podivné tvary, které kapalina vytvářela. Tvary vznikaly za působení zvuku o frekvenci 20 – 80 Hz, nejspokojivější výsledek byl dosažen při frekvenci 35 Hz.

4 Poděkování

Za vypůjčení vybavení a umožnění realizace pokusu děkujeme Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc.

Reference

- [1] I. Štoll, *Mechanika*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2003, str. 198-204
- [2] anonym, <http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/pdf/4-01FRVS-03.pdf>
- [3] kol. autorů, http://cs.wikipedia.org/wiki/Nenevtonská_tekutina, 2009
- [4] anonym, <http://viskozita.navajo.cz/>, 2009