

Nenewtonské tekutiny

O. Franc, M. Jaklinová

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

francond@fjfi.cvut.cz, jaklimic@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Naše práce pojednává o Nenewtonských kapalinách, proč se tak jmenují, čím se vlastně odlišují od ostatních kapalin a které to jsou. Dále jaké typy známe, jejich vlastnosti a možné využití. Ukážeme vám, jaké známé pokusy jsme vyzkoušeli a jak to dopadlo.

1 Rozdíl mezi Newtonskými a Nenewtonskými kapalinami

Základní rozdíl zjevně spočívá v platnosti Newtonova zákona o viskozitě kapalin. Zatímco u klasických kapalin je viskozita konstantou, u Nenewtonských kapalin se označuje jako viskozita zdánlivá a je závislá na dalších podmínkách. Může záviset kupříkladu na velikosti nebo době působení deformačního napětí.

Například u dilatantních kapalin, kde s rychlostí deformace roste i viskozita, u kapaliny při silnější interakci molekul dochází k přenosu vzruchů z vnitřku kapaliny až na povrch a kapalina se tak může při vysokých rychlostech deformace chovat jako pevná látka,

čímž vzniká nepravidelné vlnění a iluze „tance“.



Obr. 1 - Isaac Newton [7]



Obr. 2 - "Isaac NonNewton" [7]

$$\tau = \eta \frac{du}{dx}$$

Obr. 3 - Newtonův zákon viskozity [8]

2 Typy neneutonských kapalin

Neneutonské kapaliny dělíme na následující typy:

- zobecněné

- Binghamské tekutiny – tečou až od určitého napětí (suspenze křídly či vápna)
- pseudoplastické tekutiny – viskozita klesá s rychlostí deformace (kečup)
- **dilatantní tekutiny** – viskozita roste s rychlostí deformace (škrobové suspenze)

- viskoelastické tekutiny – „pamatují“ si tvar (lubrikanty, šlehačka)

- časově závislé

- tixotropní tekutiny – s dobou působení napětí viskozita klesá (nátěrové hmoty, laky)
- reopexní tekutiny – s dobou působení napětí viskozita roste (toner do tiskáren)

3 Naše pokusy

Náš první pokus byl samozřejmě tzv. tančící kapalina. Použili jsme škrobovou suspenzi, jejíž poměr jsme experimentálně určili na 3:1 (voda ku škrobu). Tekutinu jsme nalili na reproduktor pokrytý ochrannou fólií a pomocí generátoru frekvencí jsme regulovali amplitudu a frekvenci reproduktoru. Neneutonské vlastnosti kapaliny se projevují při frekvenci 20-75 Hz, u naší suspenze se nejlépe projevili při frekvenci kolem 40 Hz. Pokud chcete při experimentu zachovat čisté pracoviště, doporučujeme používat nižší amplitudu. Kapalina se působením zvukových vln chová jako velmi viskózní kapalná nebo dokonce pevná látka.



Obr. 4 - kapalina na reproduktoru

Následujícím pokusem byl úder kladivem na povrch kapaliny. Zcela dle očekávání se kladivo při pomalém pohybu bez většího odporu ponořilo, zatímco při rychlém úderu se od hladiny odrazilo. Tento pokus si mohl vyzkoušet každý účastník semináře. Také jsme doporučili všem zájemcům takzvané senzomotorické pokusy, kdy vezmete kapalinu do dlaní a mechanickým působením s ní můžete pracovat jako s modelínou. Pokud pak přestanete na kapalinu působit, začne samovolně téci.



Obr. 5 - úder kladivem

4 Využití

Tyto vlastnosti neneutonských - především dilatantních - kapalin se využívají například v oblasti ochranných pomůcek. Byly vyvinuty například prototypy neprůstředných vest, které při své relativně nízké hmotnosti a nákladech dokáží odolávat i vysokým rážím.

Kromě toho se také využívá těchto vlastností v automobilovém průmyslu. Některé typy aut s náhonem na 4 kola používají systémy neneutonských kapalin pro korekci směru pohybu.

5 Poděkování

Naše největší díky patří Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za zapůjčení pomůcek a věnování svého cenného času a drahocenných rad.

Reference

- [1] kol. autorů, Neneutonovská tekutina,
http://cs.wikipedia.org/wiki/Neneuton%C3%A1_tekutina
- [2] kol. autorů, Neneutonovské kapaliny, <http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/pdf/4-01FRVS-03.pdf>
- [3] Klára Ambrožová, Alena Jurásková, Eva Sedláčková, Blanka Trulíková, Neneutonovská kapalina, http://kdf.mff.cuni.cz/tabor/2010/odborny/neneutonovska_kapalina.pdf
- [4] I. Štoll, Mechanika, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2003, str. 198-204
- [5] anonym, <http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/pdf/4-01FRVS-03.pdf>
- [6] H. Valouchová, M. Růčka, Neneutonovské kapaliny, <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2011-2012/Zima11/proc/newtkap.pdf>
- [7] anonym, Ultimate Hulk Vs. Wolverine!
<https://gatsbysmonologue.wordpress.com/2009/04/>
- [8] kol. autorů, Newtonův zákon viskozity
https://cs.wikipedia.org/wiki/Newton%C5%AFv_z%C3%A1kon_viskozity