

## 1 Dynamická viskozita

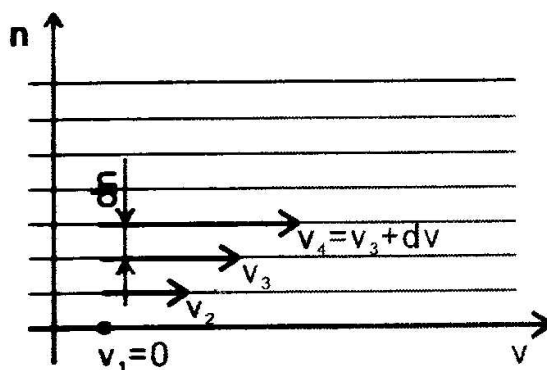
### **Teória:**

Pri laminárnom prúdení skutočných kvapalín sa nepohybujú častice kvapaliny v celom priereze trubice rovnakou rýchlosťou. Pri prúdení skutočných kvapalín sa uplatňujú kohézne sily, ktoré treba prekonať, ak sa majú navzájom posunúť dve blízke vrstvy kvapaliny. Preto dve susedné vrstvy, pohybujúce sa rôznymi rýchlosťami, pôsobia na seba na stykovej ploche tangenciálnym napätím  $\tau$ , ktoré je úmerné gradientu rýchlosti v smere kolmom na vektor rýchlosti (obr. 1.1).

$$\tau = \eta \cdot \frac{dv}{dn} \quad (1.1)$$

Konštanta úmernosti v tejto rovnici, charakteristická pre danú kvapalinu, sa nazýva **dynamická viskozita kvapaliny**. Dynamická viskozita  $\eta$  závisí od teploty kvapaliny a s rastúcou teplotou sa znižuje.

Jednotkou dynamickej viskozity v sústave SI je Pa.s (pascal sekunda).



Obr. 1.1 Pohyb jednotlivých vrstiev skutočnej kvapaliny

Na meranie dynamickej viskozity možno využiť laminárne prúdenie kvapaliny (viskozimetre výtokové) alebo poznatok, že kvapaliny kladú v dôsledku vnútorného trenia odpor proti pohybu pevných telies (viskozimetre telieskové).

### **Cieľ:**

Cieľom úlohy je pochopiť proces trenia vo vnútri kvapalín a zákony, ktorým podlieha.

### **Meranie dynamickej viskozity Englerovou metódou**

Meranie viskozity Englerovým viskozimetrom je založené na porovnávaní času prietoku určitého množstva kvapaliny ( $50\text{cm}^3$ ), ktorej viskozitu nepoznáme, a prietoku rovnakého množstva destilovanej vody.

Pri presnom meraní je samozrejme potrebné ultratermostatom udržiavať obe kvapaliny na rovnakej teplote. Výsledná hodnota merania tzv. Englerov stupeň, ktorý je daný pomerom:

$$E = \frac{t}{t_{\text{voda}}} \quad (1.2)$$

kde  $t$  predstavuje čas výtoku  $50 \text{ cm}^3$  meranej tekutiny a  $t_{\text{voda}}$  predstavuje čas výtoku  $50 \text{ cm}^3$  destilovanej vody. Tento nie je priamo prepočítateľný na fyzikálnu hodnotu dynamickej viskozity v Pa.s tak, ako ju môžeme odmerať napr. Stokesovou metódou. Boli však odvodené regresné závislosti, ktoré umožňujú prepočítať Englerove stupne na hodnoty kinematickej viskozity  $\nu$ . Príslušná regresná rovnica má tvar:

$$\nu = 0.00731 \cdot E - \frac{0.00631}{E} \quad (1.3)$$

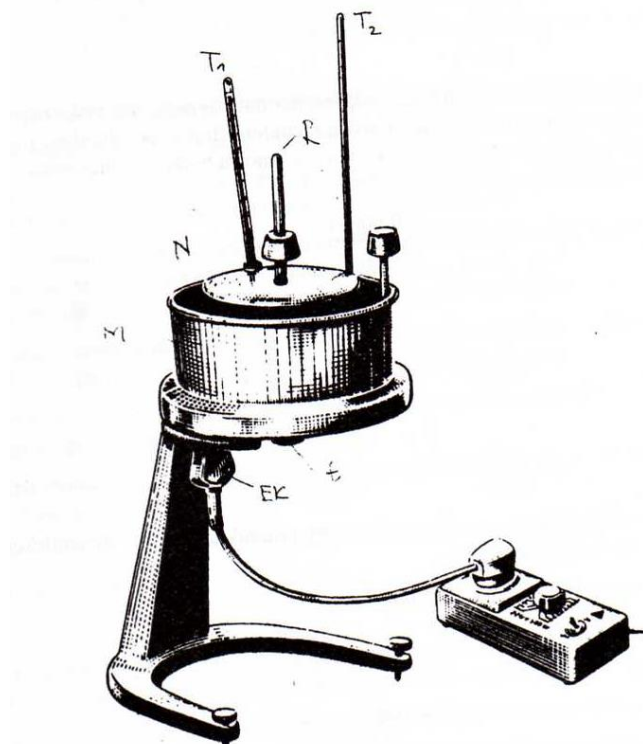
alebo

$$\nu = \frac{E}{1000} \cdot 7,6 \left(1 - \frac{1}{E^3}\right) \quad (1.4)$$

Keďže platí

$$\eta = \frac{\rho \cdot \nu}{\rho_{\text{voda}}(T)} \quad (1.5)$$

nie je problém previesť Englerove stupne viskozity priamo na hodnoty dynamickej viskozity v jednotkách Pa.s, kde  $\rho_{\text{voda}}(T)$  predstavuje hustotu vody pri teplote vody  $T$  v  $^{\circ}\text{C}$ .



Obr.1.3 Englerov viskozimeter

### Pracovný postup:

1. Pripravíme si viskozimeter a ostatné potreby.
2. Otvor v strede dna vnútornej nádoby zazátkujeme na to určenou paličkou.
3. Naplníme nádobu vodou po tretiu značku vo vnútri nádoby a vyrovnáme hladinu.
4. Vodu vypustíme a naplníme nádobu destilovanou vodou. Určíme teplotu vody pomocou termočlánku.

5. Podložíme pod valec odmerky a odmeriame čas vytečenia 50 cm<sup>3</sup> destilovanej vody. Nameraný čas si zaznačíme do tabuľky.
6. Bod 5, t.j. odmeranie času vytečenia 50 cm<sup>3</sup> vody z vnútornej nádoby viskozimetra, opakujeme 5 krát.
7. Vnútornú nádobu Englerovho viskozimetra vysušíme kuchynskými utierkami.
8. Zvážíme hmotnosť odmerky a hmotnosť oleja m objemu V=50 cm<sup>3</sup>. Určíme hustotu oleja podľa vzťahu  $\rho = m/V$ .
9. Do vnútornej nádoby Englerovho viskozimetra vlejeme kvapalinu s neznámou viskozitou a 5 krát podobne ako v prípade destilovanej vody odmeriame a zaznamenáme čas vytečenia 50 cm<sup>3</sup> tejto kvapaliny do odmerky postavenej pod viskozimeter.
10. Určíme strednú hodnotu času vytečenia 50 cm<sup>3</sup> vody a jej chybu.
11. Určíme strednú hodnotu času vytečenia 50 cm<sup>3</sup> neznámej kvapaliny a zistíme jej chybu.
12. Z hodnôt času t pre olej a času t<sub>voda</sub> pre vodu vypočítame hodnotu Englerovho stupňa podľa vzťahu 1.2
13. Podľa vzťahov 1.3 a 1.4 určíme strednú hodnotu kinematickej viskozity neznámej kvapaliny v Englerových stupňoch.
14. Určíme hustotu destilovanej vody pri teplote T podľa priložených tabuliek.
15. Podľa vzťahu 1.5 následne určíme hodnotu dynamickej viskozity v Pa.s pre oba výpočty kinematickej viskozity ktoré spriemerujeme.

### Kontrolné otázky:

#### A.

1. Akým typom viskozimetra je Englerov viskozimeter?
2. Čo rozumiete pod pojmom tangenciálne napätie susedných vrstiev kvapaliny? Môžete nakresliť obrázok.

#### B.

1. Porovnajete priemernú hodnotu dynamickej viskozity oleja s tabuľkovou hodnotou 0,08 Pa.s