

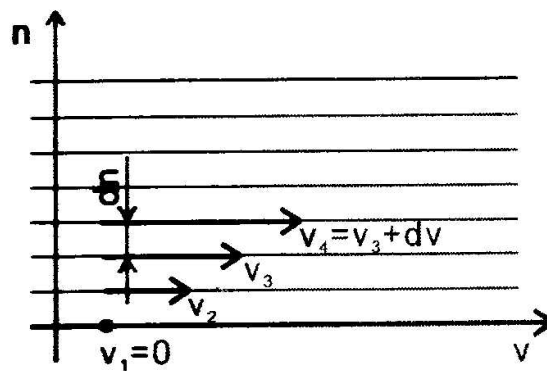
1 Dynamická viskozita

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 τ , ktoré je priamoúmerné 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 η 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

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 oleja o objeme 50cm^3 , ktorej viskozitu nepoznáme, a prietoku rovnakého množstva vody pri zachovaní rovnakej teploty nakoľko dynamická viskozita sa mení

s teplotou. Z nameraných hodnôt času výtoku sa vyhodnocuje parameter tzv. Englerov stupeň E, ktorý je daný pomerom:

$$E = \frac{t}{t_{voda}} \quad (1.1)$$

kde t predstavuje priemerný(aritmetický) čas výtoku 50 cm³ oleja a t_{voda} predstavuje čas výtoku 50 cm³ vody.

Tento parameter nemá priamy vzťah s hodnotou 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 ν . Pre výpočet kinematickej viskozity možno použiť vzťahy (1.2) a (1.3) v tvare:

$$\nu = 0.00731 \cdot E - \frac{0.00631}{E} \quad (1.2)$$

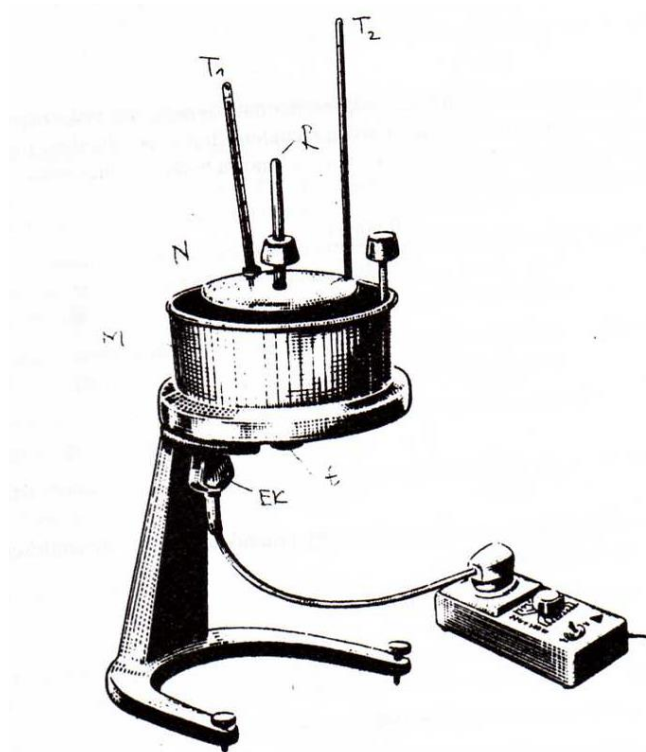
alebo

$$\nu = \frac{E}{1000} \cdot 7,6 \left(1 - \frac{1}{E^3}\right) \quad (1.3)$$

Pre prepočet hodnôt kinematickej viskozity ν na dynamickú viskozitu možno následne použiť vzťah (1.4)

$$\eta = \frac{\rho \cdot \nu}{\rho_{voda}(T)} \quad (1.4)$$

kde $\rho_{voda}(T)$ predstavuje hustotu vody pri teplote vody T v °C, ρ predstavuje hustotu oleja získanú definičným vzťahom pre hustotu a ν predstavuje hodnotu kinematickej viskozity oleja.



Obr.1.3 Englerov viskozimeter

Pracovný postup:

1. Pripravíme si viskozimeter a ostatné potreby.
2. Otvor v strede dna vnútornej nádoby zazátkujeme ceruzkou.
3. Zvážíme pomocou váh hmotnosť sklennej nádoby bez vody m .
4. Určíme teplotu vody T pomocou termočlánku. Určíme hustotu vody $\rho_{voda}(T)$ pomocou tabuliek.
5. Podložíme pod valec odmerky a odmeriame čas vytečenia 50 cm^3 vody. Nameraný čas si zapíšeme.
6. Bod 5, t.j. odmeranie času vytečenia 50 cm^3 vody z vnútornej nádoby viskozimetra, opakujeme 5krát.
7. Vnútornú nádobu Englerovho viskozimetra vysušíme kuchynskými utierkami.
8. Zvážíme hmotnosť sklennej nádoby s olejom o objeme $V=50 \text{ cm}^3$ ($m_{nádoaba+olej}$). Určíme hmotnosť oleja $m_{olej} = m_{nádoaba+olej} - m$ ako rozdiel zmeranej hmotnosti a hmotnosti m určenej podľa bodu 3.
9. Určíme hustotu oleja na základe vzťahu $\rho = m_{olej}/V$.

10. Do vnútornej nádoby Englerovho viskozimetra vlejeme olej a 5 krát podobne ako v prípade vody odmeriame a zaznamenáme čas vytečenia 50 cm^3 tejto kvapaliny do odmerky postavenej pod viskozimeter ktoré si zapíšeme.
11. Určíme strednú hodnotu času vytečenia 50 cm^3 vody.
12. Určíme strednú hodnotu času vytečenia 50 cm^3 oleja.
13. Podľa vzťahov 1.2 a 1.3 určíme stredné hodnoty kinematickej viskozity oleja v Englerových stupňoch.
14. Podľa vzťahu 1.4 následne určíme odpovedajúce hodnoty dynamickej viskozity v Pa.s.
15. Z oboch hodnôt určíme priemernú hodnotu dynamickej viskozity η_E ktorú porovnáme s tabuľkovou hodnotou $\eta_T = 0,15 \text{ Pa.s}$ pomocou vzťahu
$$PO = |\eta_E - \eta_T| \cdot 100\% / \eta_T.$$

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. Vypočítajte percentuálnu odchýlku $PO = |\eta_E - \eta_T| \cdot 100\% / \eta_T$ experimentálne zistenej hodnoty dynamickej viskozity oleja od tabuľkovej hodnoty.
2. Popíšte dôvody na základe bodov postupu ktoré spôsobujú odchýlku nameranej hodnoty od teoretickej