

TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
DREVÁRSKA FAKULTA

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky



Predmet: Aplikovaná fyzika v POB

Laboratórna úloha: 1 Určovanie dynamickej viskozity oleja Englerovým viskozimetrom

Akad. rok:

Dátum:

Meno účastníka skupiny	Úloha	Emócie/dojmy – hodnotenie práce (body)		Podiel člena v %	Hodnotenie
		Zaujímavosť	1 2 3 4		
		Náročnosť	1 2 3 4		
		Užitočnosť	1 2 3 4		
		Zaujímavosť	1 2 3 4		
		Náročnosť	1 2 3 4		
		Užitočnosť	1 2 3 4		
		Zaujímavosť	1 2 3 4		
		Náročnosť	1 2 3 4		
		Užitočnosť	1 2 3 4		
		Zaujímavosť	1 2 3 4		
		Náročnosť	1 2 3 4		
		Užitočnosť	1 2 3 4		

1 Určovanie dynamickej viskozity prietokovým viskozimetrom

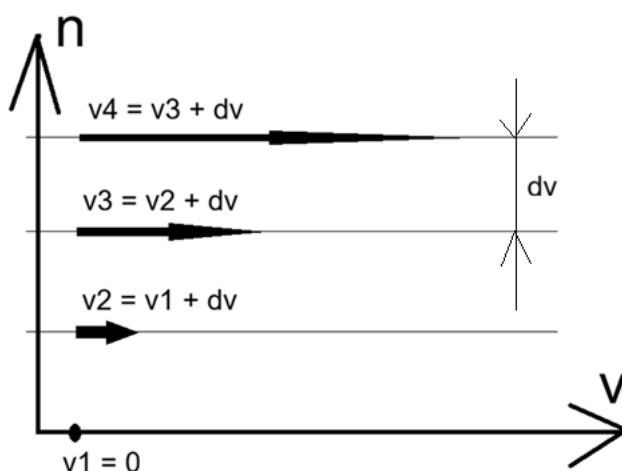
1.1 Teória

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 prekonávať, 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).

$$\tau = \eta \cdot \frac{dv}{dn} \quad (1)$$

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).



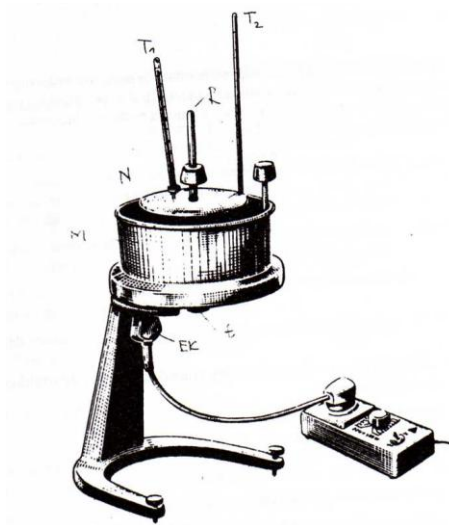
Obr.1. Pohyb jednotlivých vrstiev skutočnej kvapaliny

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 viskozity Englerovým viskozimetrom je založené na porovnávaní času prietoku oleja o objeme 100 cm^3 , ktorej viskozitu nepoznáme, a prietoku rovnakého množstva vody, pomocou Englerovho viskozimetra (obr. 2).



Obr.2 Englerov viskozimeter

Výslednú hodnotu merania predstavuje tzv. Englerov stupeň E, ktorý je daný vzťahom (2):

$$E = \frac{t}{t_{voda}} \quad (2)$$

kde t predstavuje priemerný(aritmetický) čas výtoku 100 cm^3 oleja a t_{voda} predstavuje čas výtoku 100 cm^3 vody. Tento je viazaný s hodnotou kinematickej viskozity ν vzťahmi (3) a (4) v tvare:

$$\nu = 0.00731 \cdot E - \frac{0.00631}{E} \quad (3)$$

alebo

$$\nu = \frac{E}{1000} \cdot 7,6^{(1-\frac{1}{E^3})} \quad (4)$$

Pre prepočet hodnôt kinematickej viskozity ν na dynamickú viskozitu η možno následne použiť vzťah (5)

$$\eta = \frac{\rho \cdot \nu}{\rho_{voda}(T)} \quad (5)$$

kde $\rho_{voda}(T)$ predstavuje hustotu vody pri teplote vody T v $^{\circ}\text{C}$, ρ predstavuje hustotu oleja pri teplote T v $^{\circ}\text{C}$ a ν predstavuje hodnotu kinematickej viskozity.

Pracovný postup:

1. Pripravíme si viskozimeter.
2. Otvor v strede dna vnútornej nádoby zazátkujeme na to určenou ceruzkou.
3. Určíme teplotu vody T pomocou termočlánku. Určíme hustotu vody pomocou tabuliek.
4. Podložíme pod valec odmerky a odmeriame čas vytečenia 100 cm^3 vody. Nameraný čas si zaznačíme do tabuľky.
5. Bod 4, t. j. odmeranie času vytečenia 100 cm^3 vody z vnútornej nádoby viskozimetra, opakujeme 2krát.
6. Vnúternú nádobu Englerovho viskozimetra vysušíme kuchynskými utierkami.
7. Zvážíme hmotnosť nádoby s olejom o objeme $V = 100\text{ cm}^3$ $m_{\text{olej+sklo}}$. Hmotnosť sklenej nádoby m je rovná 79 g. Určíme hustotu oleja podľa Archimedovho zákona na základe vzťahu $\rho = \frac{m_{\text{olej+sklo}} - m}{V}$.
8. Do vnútornej nádoby Englerovho viskozimetra vlejeme olej s danou hustotou a 2 krát podobne ako v prípade vody odmeriame a zaznamenáme čas vytečenia 100 cm^3 tejto kvapaliny do odmerky postavenej pod viskozimeter.
9. Určíme strednú hodnotu času vytečenia 100 cm^3 vody (t_{voda}) a 100 cm^3 oleja (t).
10. Podľa vzťahu (2) určíme hodnotu kinematickej viskozity neznámej kvapaliny v Englerových stupňoch.
11. Podľa vzťahov (3) a (4) následne určíme hodnoty dynamickej viskozity oleja v Englerových stupňoch.
12. Podľa vzťahu (5) následne určíme hodnoty dynamickej viskozity v $\text{Pa}\cdot\text{s}$.
13. Z oboch hodnôt určíme priemernú hodnotu dynamickej viskozity η_E ktorú porovnáme s tabuľkovou hodnotou $\eta_T = 0,12\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 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. Porovnajte výsledky kinematickej viskozity v Englerových stupňoch podľa vzťahov (3) a (4)

Vyhodnotenie výsledkov:

Tab. 1. Zaznamenané hodnoty prietoku 100 cm³ vody a oleja a ich hustoty

Kvapalina	t1 (s)	t2(s)	Priemer	ρ (kg·m ⁻³)
Destilovaná voda				
Olej				

Tab. 2. Hodnoty Englerovho stupňa

Kvapalina	t (s)	E
Destilovaná voda		
Olej		

Tab. 3. Hodnoty kinematických a dynamických viskozít oleja

Kvapalina	ν	$\eta(Pa \cdot s)$	$\eta_T(Pa \cdot s)$	PO (%)
Vzťah 1.3			0,12	
Vzťah 1.4				
Priemer				