

# DETERMINAREA COEFICIENTULUI DE VÂSCOZITATE AL LICHIDELOR

## 1. Scopul lucrării

Scopul lucrării îl reprezintă determinarea vâscozității dinamice și cinematice a unor fluide. Pentru determinarea vâscozității dinamice se utilizează metoda lui Stookes specifică fluidelor în curgere laminară sau statice. Vâscozitatea cinematică se determină prin calcul.

## 2. Considerații teoretice

Fie un fluid oarecare aflat într-o stare de neechilibru, în care parametrul care variază este viteza de deplasare a diverselor straturi de fluid. Aceasta înseamnă că straturile de fluid se mișcă cu viteze diferite, determinând apariția unor forțe de frecare interne  $F$ . Astfel variația impulsului de la un strat la altul este echivalentă cu acțiunea unei forțe în fiecare strat de fluid, egală cu variația impulsului în unitatea de timp. Legea frecării interne a fost dată de Newton:

$$dF = -\eta \cdot ds \cdot \frac{dv}{dx}, \quad (1)$$

și arată că forța de frecare internă, care acționează tangențial la suprafața de contact dintre două straturi de fluid în curgere este proporțională cu aria suprafeței straturilor respective și cu gradientul vitezei pe direcția normală vitezei. Factorul de proporționalitate  $\eta$  reprezintă coeficientul de vâscozitate numit și coeficient de vâscozitate dinamică.

În SI unitatea de vâscozitate este:

$$[\eta] = \frac{[dF] \cdot [dx]}{[dv] \cdot [ds]} = L^{-1} \cdot M \cdot T^{-1} \text{ adică: } \left[ \frac{N \cdot s}{m^2} \right]. \quad (2)$$

Metoda lui Stookes de determinare a coeficientului de vâscozitate a lichidelor este bazată pe expresia forței de frecare care apare la deplasarea cu viteza  $v_0$  a unei sfere de rază  $r$  și densitate  $\rho_0$  într-un lichid de densitate  $\rho$ .

$$F_r = 6\pi\eta r v_0 \quad (3)$$

Asupra bilei aflată în lichid va acționa: greutatea proprie  $G$ , forța Arhimedică  $F_A$  și forța de rezistență  $F_r$ . Considerând că sfera omogenă cade cu viteză constantă  $v_0$  înseamnă că rezultanta forțelor care acționează asupra sferei este egală cu zero, adică:

$$\frac{4\pi}{3} r^3 \rho_0 g - \frac{4\pi}{3} r^3 \rho g - 6\pi\eta r v_0 = 0 \quad (4)$$

de unde se obține coeficientul de vâscozitate al lichidelor ca fiind dat de relația:

$$\eta = \frac{2 g(\rho_0 - \rho)r^2}{9 v_0} \quad (5)$$

relație ce permite calcularea *vâscozității dinamice* a lichidului considerat.

*Vâscozitatea cinematică*,  $\nu$ , se obține prin împărțirea vâscozității dinamice,  $\eta$  la densitatea  $\rho$ , a fluidului considerat, adică:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, \quad (6)$$

și se măsoară în  $[v]_{SI} = \frac{[\eta]_{SI}}{[\rho]_{SI}} = \frac{N \cdot s / m^2}{kg / m^3} = \frac{m^2}{s}$ .

### 3. Aplicații

Cunoașterea vâscozității lichidelor este extrem de importantă în multe domenii. De exemplu, în industria constructoare de mașini, vâscozitatea lichidului de frână, a uleiului pentru motor, antigelului, etc trebuie să respecte parametri necesari. În medicină, modificarea vâscozității sângelui este un simptom definitoriu pentru foarte multe maladii.

### 4. Metodica experimentală

#### 4.1 Montajul experimental

Vâscozimetrul Stookes este format dintr-un cilindru de sticlă care conține lichidul de studiat. Cu o riglă se măsoară distanța între două repere aflate pe cilindru.

#### 4.2 Modul de lucru

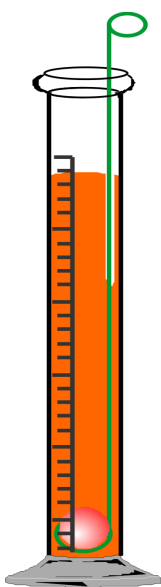


Figura 1

1. Bila de densitate  $\rho_0$  se lasă să cadă în uleiul de densitate  $\rho$ , măsurându-se timpul de cădere între două repere fixe.
2. Experiența se repetă de 5-10 ori și se calculează un timp mediu,  $\bar{t}$ .
3. Se măsoară distanța  $h$  între cele două repere, calculând viteza de deplasare a bilelor după relația  $v_0 = h/\bar{t}$ .
4. Se cunosc mărimile:
5.  $\rho_{ulei} = 800 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{bila} = 6,2 \text{ mm}$ ;  $m_{bila} = 0,92 \text{ g}$ .
6. Se trec mărimile fizice măsurate și calculele în următorul tabel:

Tabel 1

$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\rho_0$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$r$ [m]	$h$ [m]	$t$ [s]	$\bar{t}$ [s]	$v_0$ [m/s]	$\eta$ [Ns/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [m <sup>2</sup> /s]	$\Delta r$ [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta t$ [s]	$\frac{\Delta \eta}{\eta}$ [%]

#### 4.3 Prelucrarea datelor

1. Se calculează viteza  $v_0$  și densitatea bilei  $\rho_0$ ;
2. Se calculează vâscozitatea dinamică,  $\eta$ , conform relației (5);
3. Se calculează vâscozitatea cinematică  $\nu$ , conform relației (6)

#### 4.4 Calculul erorilor

Erorile se calculează cu următoarele relații:

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta t}{t} + \frac{2\Delta r}{r}, \quad (7)$$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu} = \frac{\Delta \eta}{\eta} + \frac{\Delta \rho}{\rho}, \quad (8)$$

unde  $\frac{\Delta \rho}{\rho}$  este:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + 3 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta m}{m}. \quad (9)$$

Rezultatele se vor da sub forma,  $\eta = \eta \pm \Delta \eta$  și  $\nu = \nu \pm \Delta \nu$ .