

STUDIUL INFLUENȚEI TEMPERATURII ASUPRA VÂSCOZITĂȚII LICHIDELOR**4.1 Considerații teoretice**

Metoda de determinare a vâscozității cu corpul căzător (aparatură Höppler) are la bază legea lui Stokes, care stabilește rezistența ce o întâmpină un corp sferic, când se deplasează într-un fluid cu viteză constantă.

Se consideră o sferă omogenă de densitate ρ_0 care cade cu viteză constantă într-un fluid de densitate ρ , a cărei vâscozitate se dorește a fi determinată. (Figura 4.1).

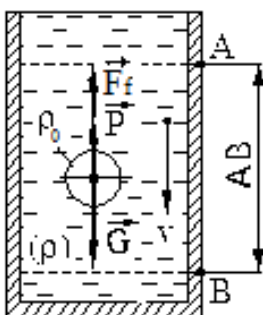


Figura 4.1 Legea lui Stokes

Asupra sferei vor acționa următoarele forțe:

\vec{G} - greutatea sferei;

\vec{P} - forța arhimedică;

\vec{F}_f - forța de frecare.

Echilibrul dinamic al sferei - ținând seama de faptul că $\vec{v} = ct$ ($\vec{a} = 0$) este dat de relația vectorială

$$\vec{F}_f + \vec{G} + \vec{P} = 0 \quad (4.1)$$

Forța de frecare pentru un corp de formă sferică cu raza R a fost stabilită de Stokes și are valoarea:

$$F_f = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v \quad (4.2)$$

În cazul unei bile, care are greutatea specifică γ_0 și dislocuiește un volum de lichid de greutate specifică γ , forța de greutate și arhimedică, se calculează cu relațiile:

$$G = \gamma_0 V = \rho_0 g V = \rho \cdot g \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \quad (4.3)$$

$$P = \gamma V = \rho g V = \rho g \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \quad (4.4)$$

Aceste valori se înlocuiesc în expresia (4.1) și ținând seama de sensul fiecărei forțe, se poate scrie:

$$6\pi\eta Rv + \frac{4}{3} \cdot \pi R^3 \rho g - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 g = 0 \quad (4.5)$$

Înregistrând timpul în care bila străbate spațiul dintre două puncte A și B, viteza uniformă se poate calcula cu relația:

$$v = \frac{AB}{t} \quad (4.6)$$

Înlocuind viteza în expresia (4.5), valoarea coeficientului de vâscozitate este dată de relația:

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{g}{AB} \cdot R^2 t \cdot (\rho_0 - \rho) \quad (4.7)$$

Deoarece raza bilei, distanța AB și accelerația gravitațională sunt constante pentru același aparat, expresia (4.7) se mai poate pune sub forma:

$$\eta = kt(\rho_0 - \rho) \quad (4.8)$$

în care: k – constanta aparatului, a cărei valoare este

$$k = \frac{2}{9} \cdot \frac{g}{AB} \cdot R^2 \quad (4.9)$$

t – timpul de cădere al bilei între cele două repere A și B;

ρ_0 - densitatea bilei;

ρ - densitatea lichidului.

4.2 Obiectivul lucrării și descrierea instalației

Pentru a evidenția dependența vâscozității cu temperatura, obiectivul principal al lucrării, se va utiliza instalația din figura 4.2, compusă din: vâscozimetru Höppler (A), termostat (B), furtune de legătură (C).

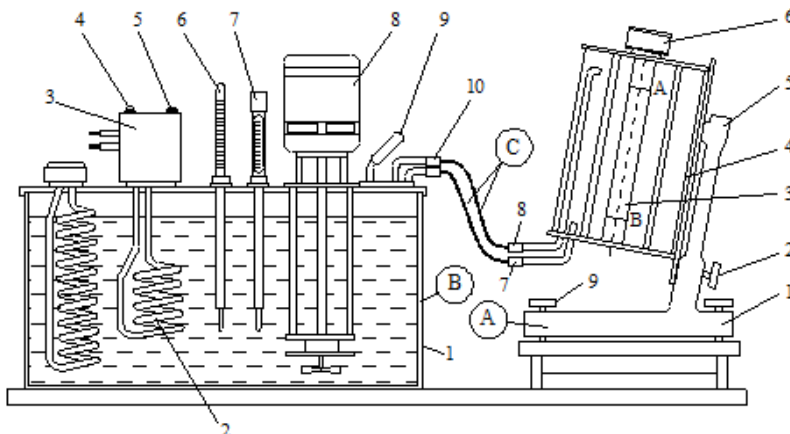


Figura 4.2 Aparatul Hoppler

Vâscozimetrul Höppler (A) cuprinde următoarele elemente:

- stativ metalic de susținere care permite totodată rotirea aparatului pentru readucerea bilei în poziția inițială;
- șurub de fixare a aparatului pe timpul măsurătorii;
- tub de sticlă în care se introduce bila și lichidul a cărui vâscozitate trebuie determinată. Pe acest tub sunt marcate cele două repere A și B;
- tub exterior (manta) în care se introduce lichidul de încălzire;
- nivelă;
- bușon de închidere ermetică a lichidului și bilei;
- racorduri de alimentare cu lichid de încălzire;
- șuruburi pentru realizarea poziției orizontale a aparatului.

Vâscozimetrul poate fi folosit cu diferite sfere din materiale și de diametre diferite.

Termostatul (B) este un aparat cu ajutorul căruia un lichid poate fi încălzit și păstrat la o temperatură constantă.

În această lucrare el realizează gama de temperaturi necesare determinărilor și totodată circulația lichidului de încălzire.

Termostatul conține următoarele elemente:

- rezervor;
- rezistență de încălzire;
- releu de întrerupere și pornire a sistemului de încălzire;
- bec de semnalizare;
- buton pentru pornire/oprire și conectarea unor intensități diferite în rezistența de încălzire;
- termometru cu contact pentru reglarea temperaturii;
- pompă pentru circulația lichidului de încălzire;
- robinet pentru reglarea debitului;
- furtune de legătură.

Lichidul de încălzire care se introduce în rezervorul termostatului, depinde de domeniul de temperatură:

- alcool metilic pentru intervalul de temperatură $-60^{\circ} \div 2^{\circ}\text{C}$;
- apă distilată în cazul determinărilor în intervalul $1^{\circ} \div 90^{\circ}\text{C}$;
- apă plus 20% glicerină pentru intervalul $90^{\circ} \div 110^{\circ}\text{C}$;
- glicerină anhidră pentru temperaturi până la 150°C .

Poziția comutatorului 5 poate fi următoarea:

- 0 - închis;

- H_0 - deschis și corespunde intensității minime în rezistența de încălzire.
- $H_1 \div H_4$ corespund pentru puteri crescânde în rezistență.

Astfel $H_1=270W$, $H_2=400W$, $H_3=800W$, $H_4=1200W$.

Aparatul Höppler prezintă avantajul că are un domeniu destul de larg de măsurare, putând fi întrebuințat pentru păcuri, uleiuri, gaze sau alte fluide transparente care au vâscozitate între $10^{-1} \div 10^5$ cP.

4.5. Desfășurarea lucrării

Înainte de începerea măsurătorilor trebuie executate unele lucrări pregătitoare la vâscozimetru și termostat.

Cu vâscozimetru se fac determinări pentru diferite lichide. De aceea înainte de a se introduce în aparat lichidul destinat măsurătorilor, se curăță bine cu dizolvant și apoi cu un amestec de alcool și eter, tubul 3, sfera, garniturile de etanșare și capacele. De asemenea lichidul destinat măsurătorilor se filtrează pentru înlăturarea impurităților mecanice.

Mărimea și greutatea bilei se alege astfel încât timpul de cădere între cele două repere să fie de min. 30 secunde și maxim 300 secunde.

La termostat se controlează prin intermediul unei nivele care se află pe aparat dacă lichidul de încălzire este suficient. Cunoscând domeniul de măsurare se alege și se așează în locașul lui termometrul.

Prin furtunurile (C) se realizează legătura între vâscozimetru și ultratermostat. Se introduce lichidul de studiat în tubul 3. Se introduce sfera și se realizează prin nivela 5 poziția orizontală a vâscozimetrului.

Se desface șurubul de fixare 2 și aparatul se întoarce în așa fel încât sfera să fie menținută între măsurători în poziția superioară. Se fixează temperatura la termometrul de contact 7 și se pornește termostatul cu comutatorul 5. Când becul semnalizator 4 s-a stins, înseamnă că s-a ajuns la temperatura fixată care este citită la termometrul 6. În această situație rezistența de încălzire este întreruptă. Pentru uniformizarea temperaturii în lichidul la care se măsoară vâscozitatea după stingerea becului de semnalizare, se așteaptă aproximativ 10 minute după care se efectuează măsurătoarea.

Se readuce în poziție normală vâscozimetru, iar când sfera a ajuns în dreptul reperului superior A se dă drumul cronometrului și se înregistrează timpul în care bila a străbătut distanța între cele două repere. Se notează temperatura citită la termometrul 6 și timpul de cădere al bilei. Astfel o măsurătoare este terminată.

Se întoarce din nou vâscozimetrul și se fixează la o nouă temperatură. Becul de semnalizare se aprinde, termostatul se pune în funcțiune de la sine, și astfel începe o nouă măsurătoare. Măsurătorile continuă până se epuizează tot domeniul de măsurare.

4.6. Prelucrarea rezultatelor

Pentru calculul vâscozității dinamice se folosește relația 4.8, iar pentru determinarea vâscozității cinematice, relația 3.5

Constanta aparatului k , și densitatea sferei ρ_0 , se iau din anexe, iar densitatea lichidului ρ , se va măsura cu un densimetru sau se va lua din anexe.

Datele măsurate și calculate se trec într-un tabel după care se trasează curbele $\eta=f(\theta)$ și $v=f(\theta)$.

Tabel Măsurători și Rezultate

k	ρ_0	ρ	Temp. θ	Timp t	Vâscozitate dinam. η	Vâscozitate cin. v
Denumire lichid						