

Лабораторна робота № 2

Визначення коефіцієнта кінематичної в'язкості деяких рідин (води й гліцерину)

Мета роботи: визначити коефіцієнт кінематичної в'язкості води і гліцерину віскозиметром ВПЖ-2.

Прилади та матеріали: віскозиметр ВПЖ- 2, досліджувані рідини, секундомір.

Теоретичні відомості

В'язкість рідини, як і внутрішнє тертя в газах, зумовлена передачею кількості руху ($p=mv$) від одного шару рідини до іншого (див. роботу №1). Визначення коефіцієнта кінематичної в'язкості рідин за допомогою віскозиметра ВПЖ-2 запропонував французький фізик Пуазейль. Суть методу полягає в тому, що коефіцієнт внутрішнього тертя рідини (газу) можна визначити дослідним шляхом за формулою:

$$V = \frac{\pi \Delta p r^4 t}{8 \eta l} \quad (1)$$

де V – об'єм рідини, що витікає з капілярної трубки;

Δp – різниця тисків на кінцях капіляра;

r – радіус капіляра;

η – коефіцієнт динамічної в'язкості.

Співвідношення (1) застосовують для визначення в'язкості рідин (газів). Зокрема, пропускаючи рідину чи газ крізь капіляр відомого радіуса, вимірявши перепад тиску та об'єм рідини, можна знайти η . З (1) маємо:

$$\eta = \frac{\pi \Delta p r^4}{8 l V} t \quad (1^*)$$

Відомо, що коефіцієнт кінематичної в'язкості γ пов'язаний з коефіцієнтом динамічної в'язкості η простим співвідношенням: $\eta = \gamma \rho$

Поділивши ліву і праву частини (1*) на густину рідини ρ , отримаємо робочу формулу

$$\frac{\eta}{\rho} = \gamma = \frac{\pi \Delta p r^4}{8 l V \rho} t \quad (2)$$

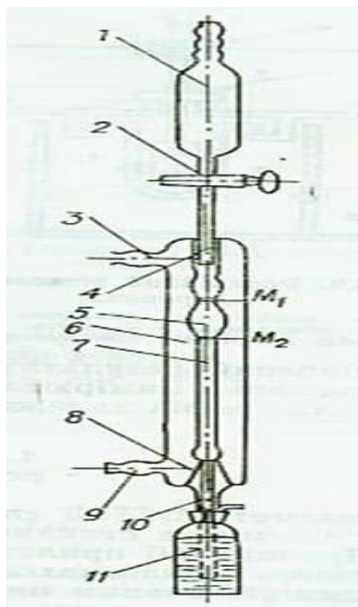
Для цієї лабораторної роботи величина $\frac{\pi \Delta p r^4}{8 l V \rho} = \text{const} = C$, тоді робоча формула матиме вид:

$$\gamma = Ct \quad (2^*)$$

Значення констант C_1 і C_2 вказані на приладах.

В системі одиниць СІ коефіцієнт кінематичної в'язкості γ вимірюється в $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$.

Конструкція віскозиметра ВПЖ-2



Віскозиметр ВПЖ-2 – це U-подібна трубка одне коліно, якої має три розширення 3 і капіляр 4 (рис. 1). Друге коліно має резервуар 2, в якому міститься досліджувана рідина, який з'єднаний через шланг з помпою 1. Коліно з трьома розширеннями міститься у спеціальній скляній посудині 5, в яку можна заливати підігріту воду чи проганяти пару через отвори 6. (Досліджувати залежність коефіцієнта кінематичної в'язкості від температури).

Рис. Віскозиметр ВПЖ-2

Хід виконання роботи

1. Налити досліджувану рідину у віскозиметр так, щоб був заповнений резервуар 2.
2. З допомогою помпи 1 нагнати рідину так, щоб верхнє розширення 3 заповнилось до третини об'єму.
3. Вийняти шланг з помпи 1 і зафіксувати час проходження меніска рідини між мітками M_1 і M_2 . Дослід повторити 5-10 разів.

Коефіцієнт кінематичної в'язкості рідин визначити за формулою:

$$\gamma = Ct$$

(Значення константи дано на приладі).

4. Визначити абсолютну і відносну похибки результатів вимірювання.

Результати вимірювань та обчислень занести в таблицю.

| <i>№</i> | <i>t</i> ₁ , с | γ , М ² /с | $\Delta\gamma$, М ² /с | <i>E</i> , % | <i>t</i> ₂ , с | γ , М ² /с | $\Delta\gamma$, М ² /с | <i>E</i> , % |
|----------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1-10 | | xxx | xxx | xxx | | xxx | xxx | xxx |
| | с/зн | с/зн | | | с/зн | с/зн | | |

Контрольні питання

1. Поясніть молекулярно-кінетичний механізм в'язкості рідин.
2. Поясніть різницю залежності коефіцієнта в'язкості від температури в рідинах і газах. Температурну залежність коефіцієнта в'язкості рідин і газів подати графічно.
3. Що таке енергія активації?
4. Як пов'язані між собою коефіцієнти в'язкості та дифузії?
5. Пояснити формулу Френкеля.
6. Що таке число Рейнольдса ?
7. Що таке час осілого життя молекули?