

Лабораторная работа 2.2.6

Определение энергии активации по температурной зависимости вязкости жидкости

Татаурова Юлия Романовна

10 апреля 2024 г.

Цель работы:

- 1)Измерение скорости падения шариков при разной температуре жидкости;
- 2)Вычисление вязкости жидкости по закону Стокса и расчет энергии активации

Оборудование: стеклянный цилиндр с исследуемой жидкостью; термостат; секундомер; горизонтальный компаратор; мелкие шарики.

Теоретические сведения

Для того, чтобы молекула жидкости перешла в новое состояние, она должна преодолеть участки с большой потенциальной энергией, превышающей среднюю тепловую энергию молекул. Т.е должна увеличиться на величину энергии активации W . Количество молекул с энергией, превышающей W по формуле Больцмана:

$$\eta \sim Ae^{\frac{W}{kT}} \quad (1)$$

Чтобы исследовать температурную зависимость вязкости жидкости будем использовать метод Стокса. На тело,двигающееся в вязкой жидкости, действует сила сопротивления:

$$F = 6\pi\eta rv \quad (2)$$

Рассмотрим свободное падение шарика в вязкой жидкости (2ЗН):

$$Vg(\rho - \rho_{\text{ж}}) - 6\pi\eta rv = V\rho \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

где V - объем шарика, ρ - его плотность, $\rho_{\text{ж}}$ - плотность жидкости. Тогда из 3 получаем:

$$v(t) = v_{\text{уст}} - (v_{\text{уст}} - v_0)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (4)$$

$$v_{\text{уст}} = \frac{2}{9}gr^2 \frac{(\rho - \rho_{\text{ж}})}{\eta} \quad (5)$$

$$\tau = \frac{2}{9} \frac{r^2 \rho}{\eta} \quad (6)$$

где v_0 - начальная скорость шарика.

Тогда вязкость жидкости можно определить как:

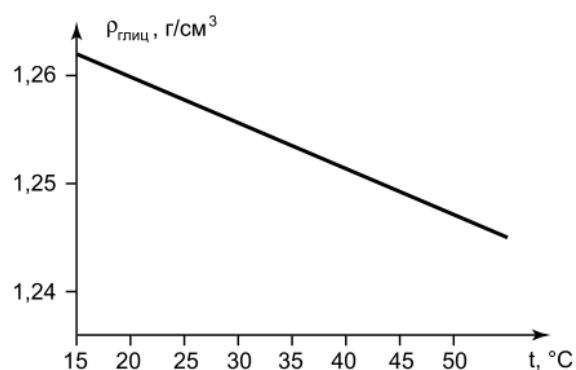
$$\eta = \frac{2}{9}gr^2 \frac{\rho - \rho_{\text{ж}}}{v_{\text{уст}}} \quad (7)$$

Однако мы пользовались методикой Стокса, поэтому стоит так же проверить эту теорию. При выводе формулы Стокса предполагалось, что характер течения ламинарный, который можно описать числом Рейнольдса $Re = \frac{vr\rho_{\text{ж}}}{\eta} \approx 0.5$.

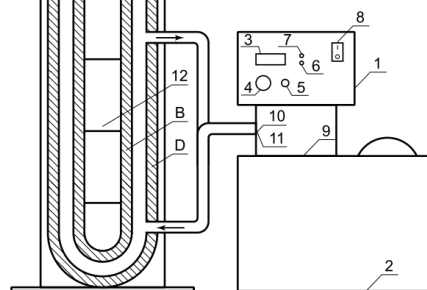
Также должно выполняться условие $t \gg \tau$

Экспериментальная установка

Сосуд В с жидкостью помещен в рубашку D, засчет которой происходит нагрев жидкости. Схема прибора изображена ниже.



(а) Зависимость плотности глицерина от температуры



(b) Экспериментальная установка