

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

## Отчет по лабораторной работе №1

По дисциплине \_\_\_\_\_ Гидравлика \_\_\_\_\_  
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема: \_\_\_\_\_ Изучение вязкости жидкости \_\_\_\_\_

Выполнил: студент гр. ЭХТ-19-2 \_\_\_\_\_ Гончарова П.Е.  
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Проверил:  
руководитель работы ассистент \_\_\_\_\_ Фетисов В.Г.  
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург  
2021

## Лабораторная работа 1 ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

Краткие теоретические сведения Вязкостью называется свойство флюида (жидкости или газа) обладать внутренним трением. Вязкость характеризуется динамическим коэффициентом вязкости  $\mu$ , входящим в качестве физической константы в формулу закона Ньютона – основного закона внутреннего трения в жидкостях и газах:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dn},$$

(1.1)

где  $\tau$  – касательное напряжение внутреннего трения;  $v$  – скорость движения жидкости;  $n$  – нормаль к вектору скорости.

Динамический коэффициент вязкости  $\mu$  изменяется в паскаль-секундах (Па·с), т.е. ньютон – секундах на квадратный метр (Н·с/м<sup>2</sup>) в единицах СИ, или паузах (дин·с/см<sup>2</sup>) в физической системе единиц. Кинематический коэффициент вязкости определяется по следующей формуле:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

(1.2)

и измеряется в квадратных метрах на секунду (м<sup>2</sup>/с) в единицах СИ, или в Стоксах (см<sup>2</sup>/с) в физической системе единиц; здесь  $\rho$  – плотность жидкости

Вязкость жидкостей измеряется вискозиметрами. В работе используется вискозиметр Энглера (ГОСТ 1532-81). С его помощью косвенным путем определяют кинематический коэффициент вязкости жидкостей, вязкость которых выше, чем у воды. Для этого вводится специальная единица, именуемая градусом ВУ (или градусом Энглера)

$$\text{ВУ} = \frac{t}{t_0},$$

(1.3)

где  $t$  – время истечения из вискозиметра Энглера 200 см<sup>3</sup> исследуемой жидкости при заданной температуре;  $t_0$  – водное число (время истечения из данного вискозиметра 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при температуре 20 °С).

Для перевода градуса ВУ в квадратный метр на секунду применяют эмпирическую формулу

$$v = \left( 0,0731 \cdot \text{ВУ} - \frac{0,0631}{\text{ВУ}} \right) \cdot 10^{-4}.$$

(1.4)

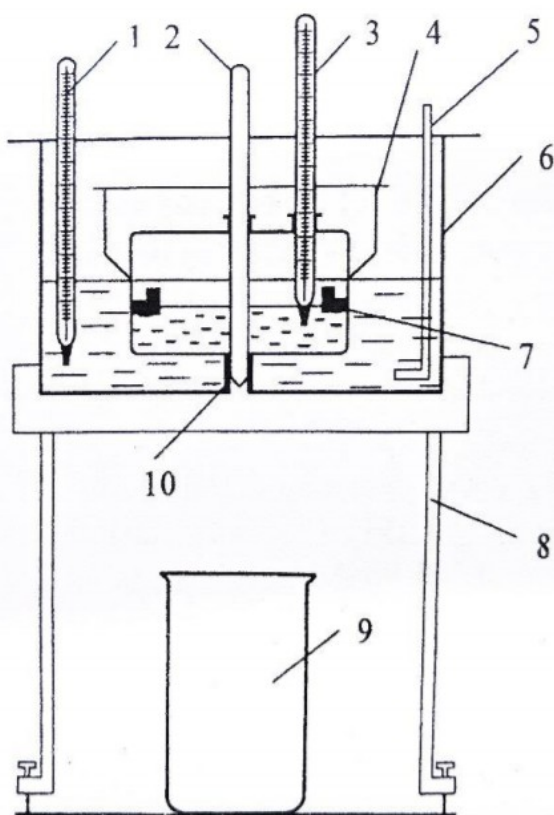


Рисунок 1.2 – Схема вискозиметра ВУ-М-ПХП

**Оборудование:**

Вискозиметр, колбы

**Ход работы:**

1. Собрать и установить прибор вертикально.
2. Вставить запорный стержень 2 в отверстие трубки 10.
3. Налить в сосуд 4 около 0,4 л исследуемой жидкости.
4. Налить около 0,5 л воды в сосуд 6.
5. Подогреть исследуемую жидкость до заданных значений температуры.
6. Поднять запорный стержень, одновременно запустив секундомер.
7. Наблюдать за стекающей струйкой, направляя её по стенке расширенной части мерной колбы во избежание пенообразования.
8. Остановить секундомер в момент достижения уровнем жидкости отметки 200 см<sup>3</sup> мерной колбы и записать время истечения. Чтобы исключить случайные ошибки в процесс измерений, для каждой температуры опят следует повторить три раза, а затем по полученным значениям времени истечения определить его среднюю арифметическую величину.

### Формулы для выполнения работ

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n},$$

(1.5)

Номер опыта	Номер измерения	Жидкость	$\theta$ °C	t, с	$t_{cp}$ , с	ВУ	V м <sup>2</sup> /с	$\mu$ Па·с
1	1	Масло	59,2	662	454	12,7	$0,92 \cdot 10^{-4}$	0,0828
1	2	Масло	62,5	404		7,8	$0,56 \cdot 10^{-4}$	0,0504
1	3	Масло	62	355		6,8	$0,48 \cdot 10^{-4}$	0,0432
2	1	Вода	59,6	205	117	3,9	$0,27 \cdot 10^{-4}$	0,027
2	2	Вода	60,8	63		1,2	$0,03 \cdot 10^{-4}$	0,003
2	3	Вода	61	83		1,6	$0,08 \cdot 10^{-4}$	0,008

#### Вычисления для первого опыта

Плотность машинного масла  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$  (0,9 кг/л).

Плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  (1 кг/л).

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{662 + 404 + 355}{3} = 454 \text{ с}$$

$$ВУ = \frac{t}{t_0} = \frac{662}{52} = 12,7$$

$$V = (0,0731 \cdot ВУ - \frac{0,0631}{ВУ}) \cdot 10^{-4} = 12,7 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$\mu = \nu \cdot \rho = 900 \cdot 0,92 \cdot 10^{-4} = 0,0828 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

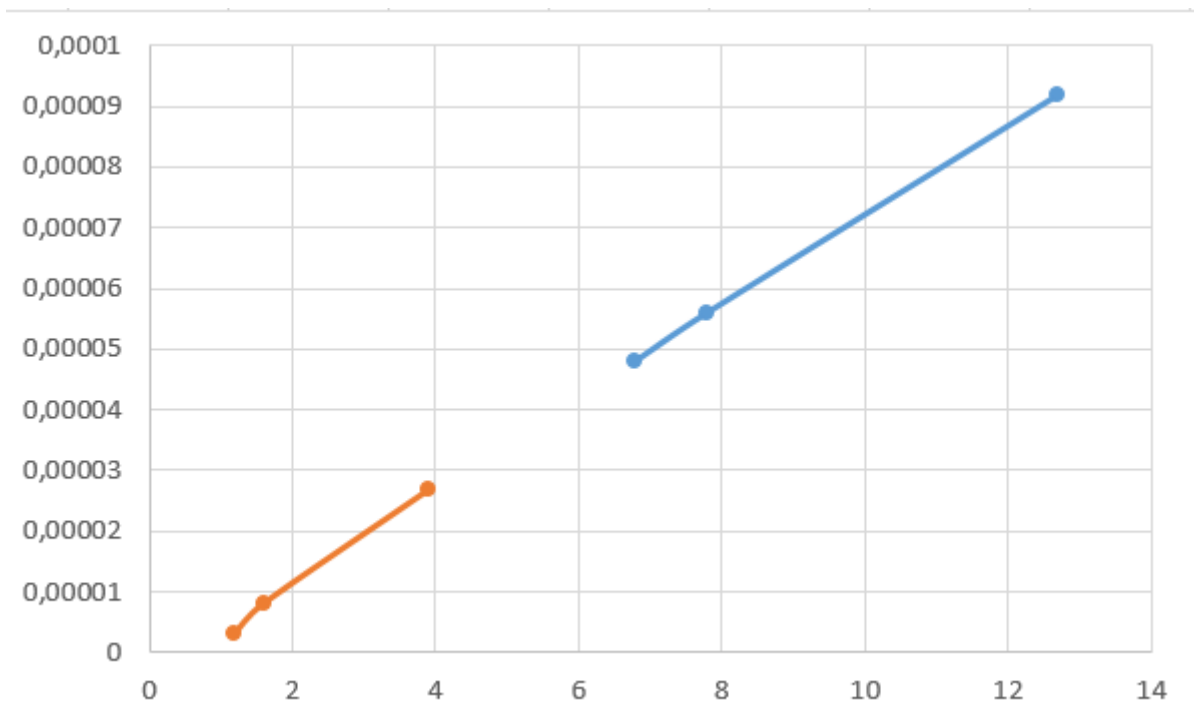


Рис.2 График зависимости кинематического коэффициента вязкости от ВУ

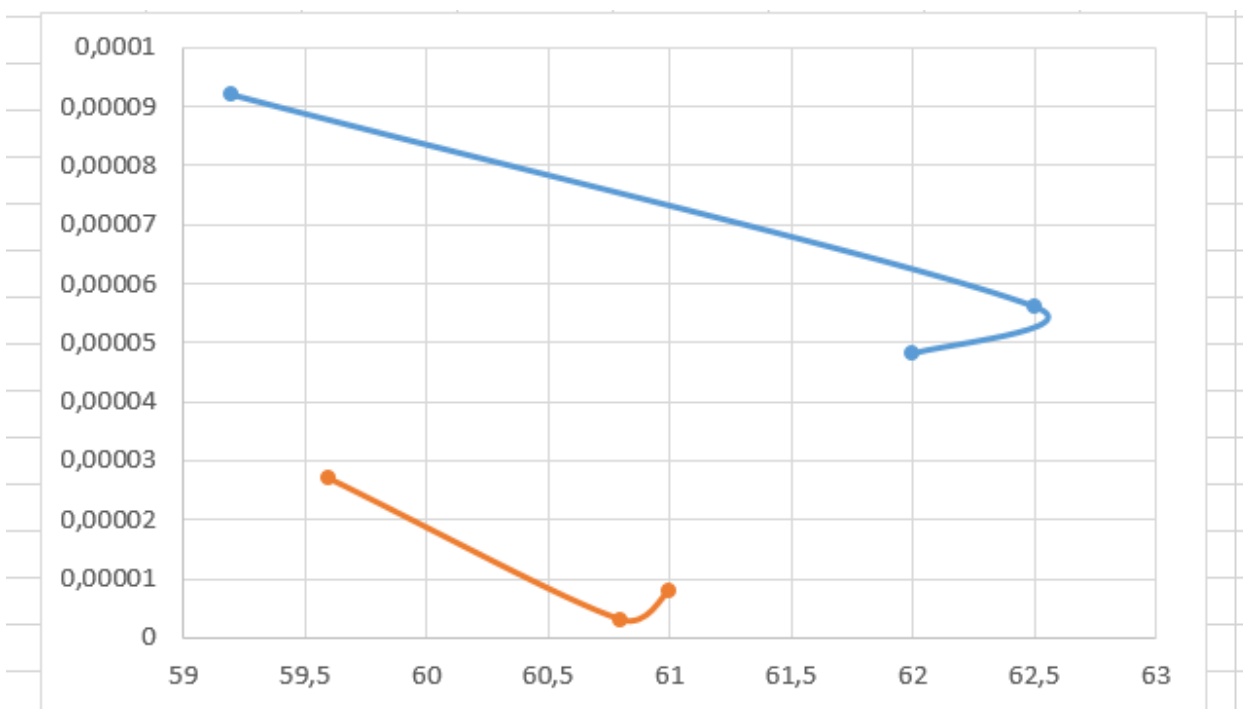


Рис.3 График зависимости кинематического коэффициента вязкости от температуры.

Вывод: в ходе лабораторной работы мы рассчитали кинематический коэффициент вязкости, динамический коэффициент вязкости и построили график зависимости коэффициента вязкости от температуры.