

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра общей физической химии

**Отчет по лабораторной работе**

По дисциплине \_\_\_\_\_ Процессы и аппараты химической технологии \_\_\_\_\_

(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема работы: \_\_\_\_\_ Определение коэффициента гидравлического трения \_\_\_\_\_

Выполнил: студент гр. \_\_\_\_\_ ТХ-21-2 \_\_\_\_\_ Буровцева И. В. \_\_\_\_\_

(шифр группы)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Оценка: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Проверил

руководитель работы: \_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_ Зырянова О.В. \_\_\_\_\_

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2023

**Цель работы:** определение коэффициента гидравлического трения и его зависимости от режимов движения жидкости.

**Задачи работы:** понять, от чего зависит коэффициент гидравлического трения; определить коэффициент гидравлического трения; определить зависимость коэффициента гидравлического трения от режимов движения жидкости.

**Результаты измерений:**

№ п/п	f, м <sup>2</sup>	Δ, м	Q, л/мин	w, м/с	δ, м	v, м <sup>2</sup> /с	Re	λ <sub>тр</sub>
1	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	4,3	0,6342	1,59*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	7903	0,034
2	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	5,1	0,7522	1,37*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	9373	0,032
3	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	13,4	1,9764	5,90*10 <sup>-5</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	24628	0,025
4	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	3,7	0,5457	1,82*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	6800	0,035
5	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	2	0,2950	3,12*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	3676	0,041
6	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	1,1	0,1622	5,26*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	2022	0,032
7	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	6,3	0,9292	1,14*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	11579	0,031
8	1,13*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	9,2	1,3569	8,20*10 <sup>-5</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	16909	0,028
9	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	4,1	0,6047	1,66*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	7535	0,034
10	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	8,9	1,3127	8,44*10 <sup>-5</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	16357	0,028
11	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	12,9	1,9027	6,10*10 <sup>-5</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	23709	0,025
12	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	3,1	0,4572	2,12*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	5698	0,036
13	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	1,5	0,2212	4,01*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	2757	0,044
14	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	0,7	0,1032	7,81*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	1287	0,050
15	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	0,1	0,0147	4,28*10 <sup>-3</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	184	0,348
16	1,13*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	0,6	0,0885	8,93*10 <sup>-4</sup>	9,63*10 <sup>-7</sup>	1103	0,058

d = 0,012 м

## Расчётная часть:

Пример вычисления при  $Q=4,3 \text{ л/мин}$

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi * 0,012^2}{4} = 1,13 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$Q = 4,3 \frac{\text{л}}{\text{мин}} = \frac{4,3 * 10^{-3} \text{ м}^3}{60 \text{ с}} = 7,17 * 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$w = \frac{Q}{f} = \frac{7,17 * 10^{-5}}{1,13 * 10^{-4}} = 0,6345 \text{ м/с}$$

$$v = \frac{0,0178}{1 + 0,00337 * 22 + 0,000221 * 22^2} = 9,63 * 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$$

$$\Re = \frac{wd}{v} = \frac{0,6345 * 0,012}{9,63 * 10^{-7}} = 7903$$

$$\delta = 34, \frac{2 * d}{\Re^{0,875}} = 34, \frac{2 * 0,012}{7903^{0,875}} = 1,59 * 10^{-4} \text{ м}$$

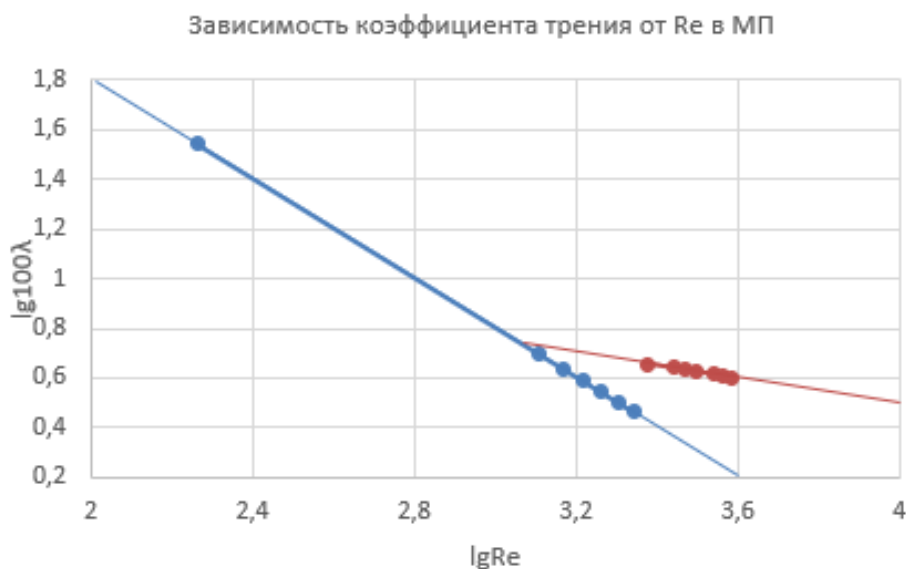
$$\delta > \Delta = 1,59 * 10^{-4} > 1 * 10^{-6} \rightarrow \lambda_{mp} = \frac{0,3164}{\Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{7903^{0,25}} = 0,034$$

## Расчет для построения графика:

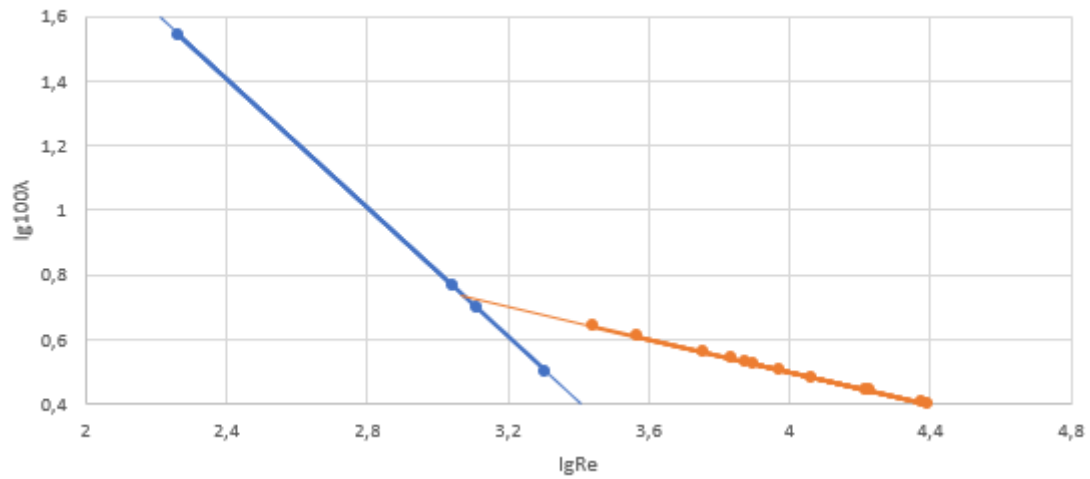
Пример вычисления при  $Q=4,3 \text{ л/мин}$

$$\lg Re = \lg 7903 = 3,8$$

$$\lg 100 \lambda = \lg (100 * 0,034) = 0,5$$



Зависимость коэффициента трения от Re в медном трубопроводе



**Вывод:** в ходе данной лабораторной работы были получены различные режимы движения жидкости, был найден коэффициент гидравлического трения и построены графики его зависимости от числа Рейнольдса.