

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт: Томский политехнический университет

Направление подготовки (специальность): Нефтегазовое дело

Кафедра: ИШПР

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе 2**

Косвенные однократные измерения

по дисциплине: Метрология, стандартизация и сертификация

Выполнил студент гр. 2Б14

(Номер группы)

(Дата сдачи отчета)

Нестеренко С.Е

(Ф.И.О.)

(Подпись)

Отчет принят:

Буллер А.С

(ФИО)

(дата проверки отчета)

\_\_\_\_\_

(Подпись)

Томск 2023г

## Цель работы:

- освоение методов проведения однократных прямых и косвенных измерений;
- усвоение правил обработки, представления (записи) и интерпретации результатов проведенных измерений;
- приобретение практических навыков применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений;
- выявление возможных источников и причин методических погрешностей;
- закрепление теоретического материала по разделу «Метрология» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

## Ход работы:

Измеряемый параметр	Цилиндр 1 (большой)		Цилиндр 2 (маленький)	
	микрометр	ШЦ	ШЦ	линейка
Диаметр $d$ , мм	9,91	9,90	9,81	10
Высота $h$ , мм	14,07	14,08	14,18	14
Объем $V$ , мм <sup>3</sup>	1083,285	1085,704	1069,050052	1078,83
Отн. погреш. $\delta_V$	0,0141	0,008646	0,04283	0,09674
Абс. погреш. $\Delta V$ , мм <sup>3</sup>	15,29464	9,3656	32,578878	156,896546

Определим объём маленького цилиндра и его погрешность (измерение проводилось линейкой):

$$d=10 \text{ мм}; h=14 \text{ мм}; \pi=3,14$$

$$\Delta\pi=0,01; \Delta d=0,5\text{мм}; \Delta h=0,5\text{мм}$$

$$V_1 = \frac{\pi d^2 h}{4} = 1078,83 \text{ мм}^3$$

$$\Delta V_1 = \frac{d^2 h}{4} \Delta\pi + \frac{dh}{2} \Delta d + \frac{d^2}{4} \Delta h = 148,08 \text{ мм}^3$$

$$\delta_1 = \frac{\Delta V}{V} = 9,6 \%$$

$$\Delta V_1 \approx 157 \text{ мм}^3$$

$$V_1 \approx 1078 \text{ мм}^3$$

$$V_1 = (V_1 \pm \Delta V_1) = (1080 \pm 157) \text{ мм}^3$$

Определим объём маленького цилиндра и его погрешность (измерение проводилось штангенциркулем):

$$d=9,81\text{мм}; h=14,18\text{мм}; \pi=3,14$$

$$\Delta\pi=0,01; \Delta d=0,02\text{мм}; \Delta h=0,02\text{мм}$$

$$V_2=\frac{\pi d^2 h}{4}=1069,05\text{мм}^3$$

$$\Delta V_2=\frac{d^2 h}{4} \Delta\pi + \frac{dh}{2} \Delta d + \frac{d^2}{4} \Delta h=7,75012\text{мм}^3$$

$$\delta_2=\frac{\Delta V}{V}=4,2\%$$

$$\Delta V_2 \approx 33\text{мм}^3$$

$$V_2 \approx 1070\text{мм}^3$$

$$V_2=(V_2 \pm \Delta V_2) = (1070 \pm 33) \text{мм}^3$$

Определим объём большого цилиндра и его погрешность (измерение проводилось микрометром):

$$d=9,91\text{мм}; h=14,07\text{мм}; \pi=3,14$$

$$\Delta\pi=0,01; \Delta d=0,04\text{мм}; \Delta h=0,04\text{мм}$$

$$V_3=\frac{\pi d^2 h}{4}=1084,704\text{мм}^3$$

$$\Delta V_3=\frac{d^2 h}{4} \Delta\pi + \frac{dh}{2} \Delta d + \frac{d^2}{4} \Delta h=15,29464\text{мм}^3$$

$$\delta_3=\frac{\Delta V}{V}=0,0141 \approx 1,4\%$$

$$\Delta V_3 \approx 15\text{мм}^3$$

$$V_3 \approx 1085\text{мм}^3$$

$$V_3=(V_3 \pm \Delta V_3)=(1085 \pm 15)\text{мм}^3$$

Определим объём большого цилиндра и его погрешность (измерение проводилось штангенциркулем):

$$d=9,9\text{мм}; h=14,08\text{мм}; \pi=3,14$$

$$\Delta\pi=0,01; \Delta d=0,02\text{мм}; \Delta h=0,02\text{мм}$$

$$V_4=\frac{\pi d^2 h}{4}=1083,285\text{мм}^3$$

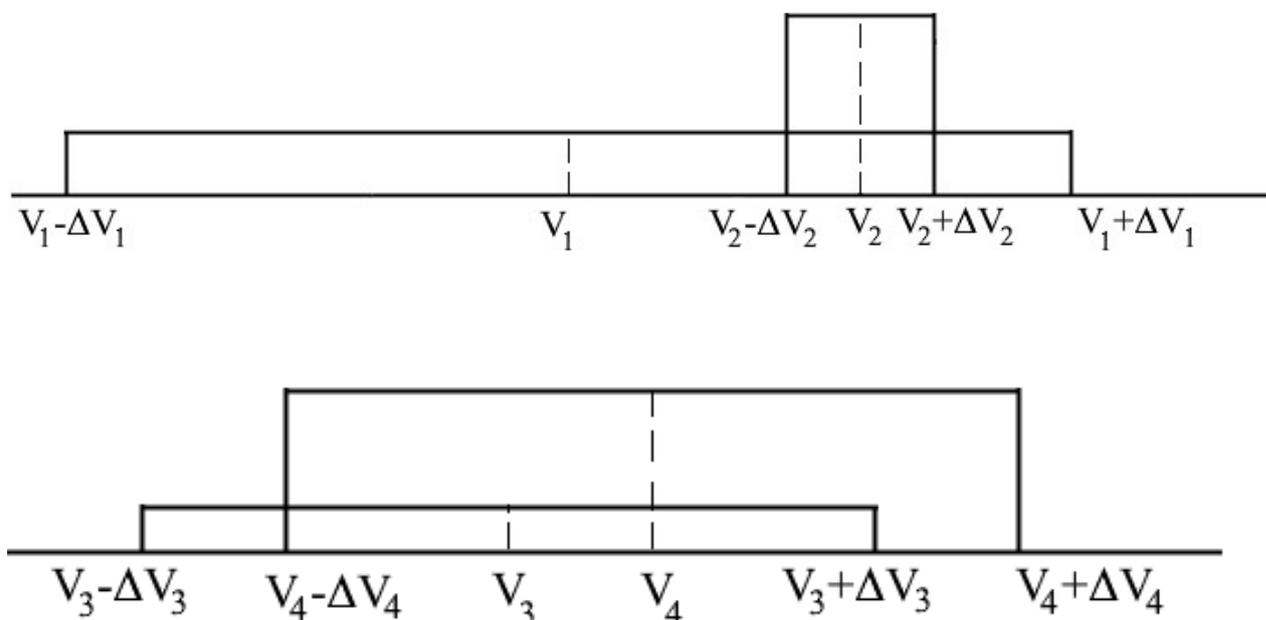
$$\Delta V_4 = \frac{d^2 h}{4} \Delta d + \frac{dh}{2} \Delta d + \frac{d^2}{4} \Delta h = 9,36562 \text{ мм}^3$$

$$\delta_4 = \frac{\Delta V}{V} = 0,008646 \approx 0,87\%$$

$$\Delta V_4 \approx 9 \text{ мм}^3$$

$$V_4 \approx 1083 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = (V_4 \pm \Delta V_4) = (1083 \pm 9) \text{ мм}^3$$



**Вывод:** в ходе лабораторной работы был освоен метод проведения однократных прямых и косвенных измерений, а также усвоены правила обработки и интерпретации результатов проведенных измерений. Были приобретены практические навыки применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений. Причина погрешности может быть неточность приборов.