# Лабораторная работа

# «Определение погрешностей при измерениях физических величин»

*Цель работы:* ознакомление с приборами для измерения линейных размеров тел и взвешивания тел. Ознакомление с техническим и лабораторным методами измерений. Изучение правил определения погрешности прямых и косвенных измерений. Приобретение навыков применения правил приближенных вычислений.

*Приборы и принадлежности:* штангенциркуль, весы, масштабная линейка, измеряемые тела.

## Технический метод измерений

***Задание 1. Определение объема сплошного цилиндра.***

**1.1.** Техническим методом (однократно) с помощью метрической линейки измерить: *H* – высоту цилиндра, *D* – диаметр цилиндра. Результаты прямых измерений вписать в Таблицу 1 (в колонки 1 и 3).

**1.2.** Найти Δ*H* и Δ*D* – абсолютные погрешности прямых измерений*.* Результаты внести в таблицу 1.

**1.3.** Запишите окончательные результаты измерений *H* и *D* линейкой в мм, в см, в м.

**1.4.** Определите  и  – относительные погрешности измерений

**1.5.** Написать формулу для определения объема цилиндра и вычислить объем цилиндра по измеренным значениям высоты и диаметра. Результаты впишите в таблицу 2.

**1.6.**Составить формулу для определения относительной погрешности косвенного измерения объема цилиндра.

**1.7.**Вычислить относительную погрешность измерения объема цилиндра и записать ее в таблицу 2. Выразить относительную погрешность в %.

**1.8.** Вычислить абсолютную ошибку косвенного измерения объема цилиндра и вписать ее в таблицу 2.

**1.9.** Записать окончательный результат косвенного измерения объема цилиндра: а) в мм; б) в см; в) в м.

**1.10.**Дать анализ результатов измерений и указать пути уменьшения погрешности измерений.

**1.11.** Техническим методом (однократно) провести те же измерения по пунктам **1.1-1.10** *штангенциркулем.* Правила измерений этим прибором даны на стр.29.

**Таблица 1. Результаты прямых измерений и их**

**погрешности.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измерительный прибор | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *H*,  мм | Δ*H*,  мм | *D*,  мм | Δ*D*,  мм |  |  |
| Линейка |  |  |  |  |  |  |
| % | % |
| Штангенциркуль |  |  |  |  |  |  |
| % | % |

Таблица 2. Результаты косвенных измерений и их погрешности.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Измерительный прибор | 1 | 2 | 3 | 4 |
| *V*, мм3 |  | 100% | Δ*V*, мм3 |
| а) линейка |  |  |  |  |
| б) штангенциркуль |  |  |  |  |

***Задание 2.* *Определение объема полого цилиндра.***

Полый цилиндр – это цилиндр со сквозным отверстием; например, труба, шайба и т. п.

**2.1.** Техническим методом (однократно) с помощью штангенциркуля измерить высоту – *H*, внешний и внутренный диаметры цилиндра – *D*1, *D*2 . Результаты прямых измерений занести в Таблицу 3.

## Таблица 3. Результаты прямых измерений и их

**погрешности**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *H*, мм | Δ*H*, мм | *D*1, мм | Δ*D*1, мм | *D*2, мм | Δ*D*2, мм |
|  |  |  |  |  |  |

**2.2.**Найти абсолютные погрешности прямых измерений *H* – высоты цилиндра, Δ*D*1 и Δ*D*2 – внешнего и внутреннего диаметров цилиндра. Результаты записать в таблицу 3.

**2.3.**Написать формулу для определения объема полого цилиндра. Вычислить величину объема по измеренным значениям высоты и диаметров. Результаты записать в таблицу 4.

##### Таблица 4. Результаты измерений объема полого цилиндра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *V* |  | 100% | Δ*V* |
| мм3 |  |  |  |  |
| см3 |  |  |  |  |
| м3 |  |  |  |  |

**2.4.** Составить формулу относительной погрешности косвенного измерения объема полого цилиндра.

**2.5.**Вычислить величину относительной погрешности измерения объема. Результат запишите в таблицу 4.

**2.6.**Вычислить величину абсолютной погрешности косвенного измерения объема полого цилиндра. Результат запишите в таблицу 4.

**2.7.** Запишите окончательный результат косвенного измерения объема полого цилиндра в мм3 и в м3.

***Задание 3. Определение плотности вещества сплошного цилиндра.***

***а) Измерение высоты сплошного цилиндра.***

**3.1.**Лабораторным методом (5 раз) с помощью штангенциркуля измерить *H* – высоту сплошного цилиндра. Результаты измерений *H*i (где i = 1, 2,... 5) записать в Таблицу 7.

**3.2.** Найти *Hср* – среднее значение высоты цилиндра и записать в таблицу.

**3.3.** Найти Δ*H*i (где i = 1, 2, ... 5) – абсолютные погрешности прямых измерений высоты. Результат записать в таблицу.

**Таблица 5.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *H*1, мм | Δ*H*1, мм |  |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| Ср. |  |  |

**3.4.** Вычислить Δ*H*ср – среднюю арифметическую абсолютную погрешность прямых измерений высоты цилиндра. Результат занести в Таблицу 7.

**3.5.** Найти  – среднюю относительную погрешность прямого измерения высоты цилиндра. Результат записать в Таблицу 7.

**3.6.**Написать окончательный результат прямых измерений высоты цилиндра с учетом абсолютной ошибки в: мм, см, СИ.

***б) Измерение диаметра сплошного цилиндра.***

**3.7.**Лабораторным методом (5 раз), с помощью штангенциркуля, измерить *D* – диаметр сплошного цилиндра. Результаты прямых измерений записать в таблицу.

**3.8.** Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения *D* – диаметра цилиндра (аналогично вычислению погрешности измерения высоты в п.3.3 – п.3.6). Результаты записать в таблицу 8.

**Таблица 6.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *D*1, мм | Δ*D*1, мм |  |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| Ср. |  |  |

***в) Определение плотности вещества сплошного цилиндра.***

**3.9.**Найти техническим методом (т.е. однократно) массу цилиндра взвешиванием на технических весах.

**3.10.** Записать абсолютную и относительную погрешности измерения массы в таблицу.

**Таблица 7.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *m*, г | *m*, кг | Δ*m*, г | Δ*m*, кг |  |
|  |  |  |  |  |

**3.11.**Определить *ρ* - плотность вещества сплошного цилиндра по найденным значениям массы *m*, высоты *H* и диаметра *D*.

**3.12.** Вывести формулу для определения относительной погрешности *ρ*– плотности цилиндра. Вычислить относительную погрешность измерения плотности вещества цилиндра.

**3.13.**Вычислить абсолютную погрешность косвенного измерения плотности вещества.

**3.14.**Результаты вычислений записать в таблицу.

**Таблица 8.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *ρ*, г/мм3 | *ρ*, кг/мм3 | Δ*ρ*, г/мм3 | Δ*ρ*, кг/м3 |  |
|  |  |  |  |  |

**3.15.**Запишите окончательный результат измерений плотности вещества, из которого изготовлен цилиндр в г/см3 и в кг/м3.

**3.16.**Используя справочные таблицы и результаты эксперимента по определению плотности вещества, ответьте на вопрос: “Из какого вещества сделан исследованный цилиндр?”

Сплошной цилиндр

Линейка:

Н=120 мм

D=19 мм

Штангенциркуль:

H=120.3 мм

D=19.1 мм

Полый цилиндр

Штангенциркуль:

H=44.6 мм

D1=19.8 мм

D2=15.8 мм

Сплошной цилиндр

Лабораторный метод, штангенциркуль(5 раз):

Н1=120.2 мм

Н2=120.3 мм

Н3= 120.3 мм

Н4=120.1 мм

Н5= 120.2 мм

D1=18.3 мм

D2=18.7 мм

D3=18.6 мм

D4=18.2 мм

D5=19,1 мм