**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

**ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ, ОБЪЁМА И ПЛОТНОСТИ ТВЁРДЫХ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

*Поляков Даниил, Б07-ФЗ*

**Цель работы:** ознакомление с измерительными приборами путёмизмерения размеров, объёма и массы тел различной формы с помощью штангенциркуля, микрометра, весов, применение разных методов измерения (прямых и косвенных), обеспечивающих различную точность.

**Оборудование:**

* Штангенциркуль с нониусом;
* Микрометр;
* Весы;
* Мерный стакан 100мл;
* Переливной стакан 400 мл;
* Стакан диаметром 7 см;
* Ёмкость с водой;
* Стальной шарик;
* Металлический цилиндр;
* Пенопластовый кубик;
* Деревянный параллелепипед;
* Медная проволока;
* Латунная проволока;
* Тело неправильной формы (металлическая гайка).

**Расчётные формулы:**

* Объём металлического шара:

- диаметр шара.

* Объём металлического цилиндра:

- диаметр основания цилиндра;

- высота цилиндра.

* Объём деревянного параллелепипеда:

– длины рёбер параллелепипеда.

* Объём пенопластового кубика:

– длины рёбер кубика.

* Объём вытесненной жидкости:

– масса стакана с жидкостью;

– масса пустого стакана.

* Объём тела, определяемый методом гидростатического взвешивания:

– масса тела с проволокой

в воздухе;

– масса проволоки в воздухе;

– показания весов при погружении тела с проволокой в воду;

– показания весов при погружении проволоки в воду;

– плотность жидкости.

* Плотность тела:

– масса тела;

– объём тела.

* Формулы для вычисления погрешностей:
  + Абсолютная погрешность прямых измерений:

где:

n – количество измерений;

– приборная погрешность;

t – коэффициент Стьюдента.

* + Абсолютная погрешность косвенных измерений:

**Метод измерения**

1. Для определения размеров металлического шара и цилиндра, пенопластового кубика и деревянного параллелепипеда используем штангенциркуль.

* Измерим диаметр шара (). Поместим шар между губками штангенциркуля, прижмём их к шару и зафиксируем с помощью винта. Снимем показания со шкалы прибора. Повторим измерения еще 3 раза. Результаты занесём в таблицу.
* Измерим диаметр основания цилиндра (). Прижмём губки штангенциркуля к стенкам цилиндра и снимем показания. Измерим высоту цилиндра (). Прижмём губки штангенциркуля к основаниям цилиндра, снимем показания, повторим измерения.
* Измерим размеры параллелепипеда (). Прижмём губки штангенциркуля к одним граням и снимем показания. Затем развернём брусок и измерим расстояние между другими гранями. Повторим измерения.
* Измерим рёбра пенопластового куба () несколько раз. Важно не пережать губки штангенциркуля чтобы избежать деформации пенопласта. Повторим измерения для других рёбер.

1. Теперь используем микрометр, чтобы измерить диаметры медной () и латунной проволок (). Поместим проволоку между зажимами прибора и будем уменьшать расстояние между зажимами, пока не начнёт увеличиваться прикладываемое усилие. Снимем показания прибора и повторим измерения 3 раза. Всё то же проделаем для другой проволоки.
2. Перейдём к измерению массы. Убедимся, что весы уравновешены при отсутствии грузов. Поместим металлический цилиндр на чашу весов и будем передвигать рейки на весах до уравновешения. Снимем показания весов () и повторим измерения 3 раза. Таким же образом измерим массы деревянного параллелепипеда (), пенопластового кубика (), металлического шара () и тела неправильной формы () (в качестве тела неправильной формы используем гайку).
3. Найдём объёмы металлического цилиндра и тела неправильной формы прямым и косвенным способами. Сначала измерим массу пустого мерного стакана () на весах. Наполним переливной стакан водой чуть выше отверстия и подождём, пока лишняя вода не стечёт. Теперь поставим пустой мерный стакан под патрубок. Опустим цилиндр в переливной стакан и подождём, пока вода из отверстия не перестанет стекать. Снимем показания () с мерного стакана. Теперь измерим массу стакана с вытесненной водой () на весах. Повторим эти же действия для тела неправильной формы.
4. Теперь проведём необходимые измерения для нахождения объёмов металлического цилиндра и тела неправильной формы другим способом – гидростатическим взвешиванием. Привяжем цилиндр к проволоке и подвесим за крючок весов, на котором весит чаша, но так, чтобы тело находилось в воздухе над чашей. Снимем показания весов (). Теперь будем удерживать стакан с водой так, чтобы тело и проволока были полностью погружены в воду, практически до точки подвеса. Стакан не должен касаться чаши весов. Уравновесим весы и снимем показания (). Теперь уберём стакан воды и снимем тело с проволоки (взвесим только проволоку), уравновесим весы и снимем показания (). Теперь проволоку полностью погрузим в стакан с водой и снимем показания (). Повторим замеры для тела неправильной формы.

**Таблицы и обработка данных**

Формулы для вычисления погрешностей указаны выше в пункте «Расчётные формулы». Во всех случаях коэффициент Стьюдента t при n=4, α=0.68 равен 1.3.

Цена деления штангенциркуля равна 0.02 мм, микрометра – 0.01 мм, весов – 0.01 г. Для этих приборов приборная погрешность равна половине цены деления.

Абсолютные погрешности указаны в строке таблицы, обозначенной .

В качестве жидкости использовалась вода. Её плотность принята равной .

*Металлический шар*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | , мм | , г |
| 1 | 30.18 | 110.06 |
| 2 | 30.38 | 110.09 |
| 3 | 30.42 | 110.06 |
| 4 | 30.34 | 110.03 |
| **Среднее** | **30.33** | **110.06** |
|  | 0.07 | 0.02 |

Полученная плотность соответствует стали.

*Металлический цилиндр*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм | , г |
| 1 | 24.72 | 16.20 | 21.07 |
| 2 | 24.84 | 16.24 | 21.07 |
| 3 | 24.84 | 16.16 | 21.07 |
| 4 | 24.68 | 16.20 | 21.07 |
| **Среднее** | **24.77** | **16.20** | **21.07** |
|  | 0.05 | 0.02 | 0.01 |

Полученная плотность соответствует алюминию.

*Деревянный параллелепипед*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм | , мм | , г |
| 1 | 31.86 | 29.38 | 14.76 | 10.72 |
| 2 | 31.94 | 29.18 | 14.80 | 10.72 |
| 3 | 31.98 | 29.34 | 14.72 | 10.72 |
| 4 | 31.98 | 29.26 | 14.68 | 10.72 |
| **Среднее** | **31.94** | **29.29** | **14.74** | **10.72** |
|  | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.01 |

*Пенопластовый кубик*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм | , мм | , г |
| 1 | 27.52 | 28.76 | 26.16 | 0.44 |
| 2 | 27.88 | 28.20 | 26.72 | 0.44 |
| 3 | 27.24 | 29.20 | 26.32 | 0.44 |
| 4 | 26.96 | 28.56 | 26.56 | 0.44 |
| **Среднее** | **27.40** | **28.68** | **26.44** | **0.44** |
|  | 0.26 | 0.27 | 0.16 | 0.01 |

*Диаметры проволок*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм |
| 1. | 0.16 | 0.46 |
| 2. | 0.18 | 0.44 |
| 3. | 0.18 | 0.44 |
| 4. | 0.17 | 0.43 |
| **Среднее** | **0.17** | **0.44** |
|  | 0.01 | 0.01 |

*Масса гайки*

|  |  |
| --- | --- |
| № | , г |
| 1. | 41.51 |
| 2. | 41.50 |
| 3. | 41.51 |
| 4. | 41.52 |
| **Среднее** | **41.51** |
|  | 0.01 |

*Нахождение объёма и плотности цилиндра и гайки через вытеснение жидкости*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , г | , мл | , г | , мл | , г |
| 1 | 29.54 | 6 | 36.89 | 6 | 34.87 |
| 2 | 29.53 | 6 | 36.87 | 6 | 34.80 |
| 3 | 29.53 | 6 | 36.79 | 6 | 34.83 |
| 4 | 29.54 | 6 | 36.98 | 6 | 34.76 |
| **Среднее** | **29.54** | **6** | **36.88** | **6** | **34.82** |
|  | 0.01 | 1 | 0.05 | 1 | 0.03 |

Шкала мерного стакана имеет очень большую цену деления, а также искажает результаты измерений из-за наличия сил поверхностного натяжения. Косвенный метод будет гораздо более точным.

*Нахождение объёма и плотности цилиндра и гайки гидростатическим взвешиванием*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , г | , г | , г | , г | , г | , г |
| 1 | 0.05 | 0.03 | 21.12 | 13.56 | 41.56 | 36.16 |
| 2 | 0.05 | 0.03 | 21.11 | 13.56 | 41.55 | 36.16 |
| 3 | 0.05 | 0.03 | 21.12 | 13.56 | 41.56 | 36.17 |
| 4 | 0.05 | 0.03 | 21.11 | 13.56 | 41.56 | 36.17 |
| **Среднее** | **0.05** | **0.03** | **21.12** | **13.56** | **41.56** | **36.17** |
|  | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |

Сравним значения плотности цилиндра, полученные разными способами:

* - с помощью штангенциркуля;
* - через вытеснение жидкости;
* - гидростатическим взвешиванием.

Наименьшую погрешность обеспечивает метод гидростатического взвешивания. Однако наиболее приближенное к реальному значение плотности алюминия получено с помощью штангенциркуля. Это может быть связано с тем, что была использована неточная плотность воды.

**Выводы**

Существует множество различных измерительных приборов и методов измерений. Исследовать одно и то же физическое явление или тело можно разными способами, обеспечивающими разную точность, поэтому необходимо уметь правильно выбирать метод проведения эксперимента. Например, объём тел правильной формы можно измерить с помощью штангенциркуля или микрометра – этот метод является наиболее простым и достаточно точным. Для измерения объёма тел неправильной формы придётся использовать другие методы. Однако для нахождения объёма через вытеснение жидкости или гидростатическим взвешиванием необходимо знать плотность жидкости, используемой в работе.