

## Лабораторная работа № 1

### Определение плотности твердого тела правильной геометрической формы

*Цель работы: определение плотности твердого тела правильной геометрической формы, ознакомление и работа с измерительными инструментами.*

#### Краткая теория

Плотность ( $D$ ) определяется отношением массы ( $m$ ) однородного тела к его объему ( $V$ ):

$$D = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

т.е. плотность численно равна массе единицы объема тела.

В данной работе исследуемое тело имеет форму цилиндра, следовательно, объем его выразится формулой

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр,

$h$  – высота цилиндра.

Подставляя это значение в уравнение (1), получим выражение для вычисления плотности:

$$D = \frac{4m}{\pi d^2 h}. \quad (3)$$

Из полученного соотношения (3) следует, что для определения  $D$  нужно измерить значения  $m$ ,  $d$ ,  $h$ .

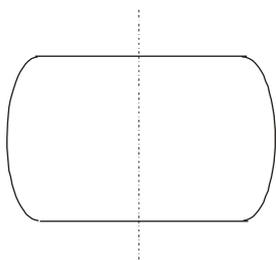
#### Выполнение работы

Приборы и материалы: весы, штангенциркуль, микрометр, исследуемое тело (цилиндрической формы).

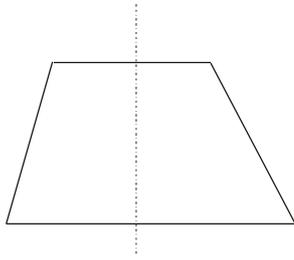
#### Порядок выполнения работы

Для определения массы тело взвешивают на весах. Результат заносят в таблицу 1.

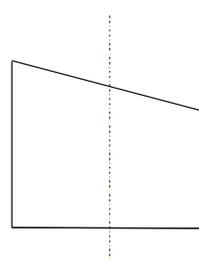
Известно, что исследуемое тело в форме цилиндра обладает осью симметрии, т. е. это тело вращения, и его невозможно изготовить идеальной формы. При механической обработке материала возникают погрешности формы, например:



Бочкообразность



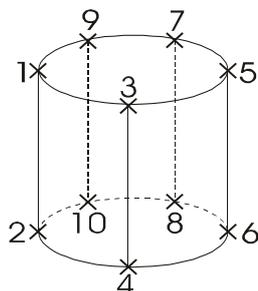
Конусность



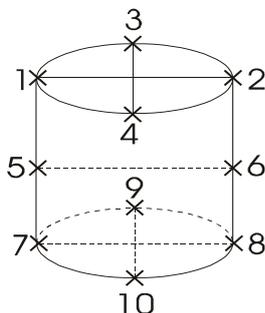
Не параллельность оснований

Поэтому для точного определения объема образца  $V$ , при планировании эксперимента важно правильно выбрать сечения для снятия размеров  $d$  и  $h$ .

При определении высоты ( $h$ ) рекомендуется, последовательно поворачивая образец, проводить измерения длин образующих 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10. Измерение высоты цилиндра производится штангенциркулем.



При определении диаметра ( $d$ ) рекомендуется проводить измерения в следующем порядке 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10. Измерения



производятся микрометром.

При дальнейшей обработке результатов измерений, средняя арифметическая величина размеров  $h$  и  $d$  считается наиболее близкой к истинной.

Высоту и диаметр цилиндра измеряют пять раз. Из пяти измерений находят среднее значения величины, вычисляют погрешности.

Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты измерений						
Измерения	$h$ , мм	$\Delta h$ , мм	$d$ , мм	$\Delta d$ , мм	$m$ , г	$\Delta m$ , г
1						
2						
3						
4						
5						
средние значения	$\bar{h} =$	$\overline{\Delta h} =$	$\bar{d} =$	$\overline{\Delta d} =$		

При подсчете средней величины погрешности, значения погрешностей берутся по модулю, т. к. согласно нормальному распределению Гаусса равновероятно получение положительной либо отрицательной погрешности. При последующем суммировании с учетом знака результат будет равен 0, что не соответствует действительности.

При записи окончательного результата следует учитывать, что точность не может превышать точности результатов, полученных при измерениях.

Плотность тела рассчитывается по формуле (3), в которой для величин диаметра и высоты берутся средние значения.

### Вычисление погрешностей и окончательный результат

Относительная погрешность определения плотности находится по формуле

$$E_D = \frac{\overline{\Delta D}}{\bar{D}} = \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\overline{\Delta d}}{\bar{d}} + \frac{\overline{\Delta h}}{\bar{h}} . \quad (4)$$

Абсолютная погрешность вычисления плотности:

$$\overline{\Delta D} = E_D \bar{D} . \quad (5)$$

Окончательный результат записывается в виде:

$$D = \bar{D} \pm \overline{\Delta D} . \quad (6)$$

Сравнением полученного результата с табличными значениями плотности твердых тел определяют материал, из которого изготовлен цилиндр.

### Контрольные вопросы

1. Что называется плотностью тела?
2. Вывести расчетную формулу определения плотности цилиндра.
3. Пояснить порядок выполнения работы.
4. Какие измерения в данной работе относятся к прямым, какие к косвенным?
5. Как вычисляются абсолютная и относительная погрешности при многократных и однократных измерениях?
6. Вывести формулу для относительной погрешности при определении плотности тела в данной работе.
7. Сравните относительные погрешности прямых измерений в данной работе. Неточность измерений какой величины ( $m$ ,  $h$  или  $d$ ) дает наибольший вклад в погрешность определения плотности?