

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОТНОСТИ ТЕЛА ПРАВИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Плотность тела определяется как отношение массы тела к его объему: $\rho = \frac{m}{V}$. Массу

тела m находят взвешиванием на лабораторных весах. Объем тела V цилиндрической формы находят по формуле $V = \frac{\pi}{4} d^2 h$, где d и h - диаметр и высота тела, соответственно. Таким

образом, для определения плотности тела необходимо провести прямые измерения массы m , высоты h и диаметра d тела. Воспользуемся алгоритмом обработки результатов косвенных измерений. Проведем пять параллельных измерений ($n = 5$) каждой из величин m, h, d .

Для оценки погрешностей доверительная вероятность α будет принята, равной 0,95.

Результаты измерений и расчетов будем заносить в таблицу.

1. Измеряем с помощью весов массу $m_1...m_5$, штангенциркулем высоту $h_1...h_5$, микрометром диаметр образца $d_1...d_5$ и находим соответствующие им средние значения $\bar{m}, \bar{h}, \bar{d}$ по формуле

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \text{ где } x = m, h, d \text{ и } (n=5)$$

2. Вычисляем среднее значение плотности $\bar{\rho} = \frac{4\bar{m}}{\pi \bar{d}^2 \bar{h}}$

3. По формуле $S_n = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, где $(n=5)$,

вычисляем среднеквадратичное отклонение $S_{\bar{m}}, S_{\bar{h}}, S_{\bar{d}}$ измеряемых величин m, h, d от их средних значений $\bar{m}, \bar{h}, \bar{d}$

4. Вычисляем среднеквадратичное отклонение плотности

$$S_{\rho} = \frac{4\bar{m}}{\pi \bar{d}^2 \bar{h}} \sqrt{\left(\frac{S_m}{\bar{m}}\right)^2 + \left(\frac{S_h}{\bar{h}}\right)^2 + \left(\frac{2S_d}{\bar{d}}\right)^2}$$

5. По таблице находим для $\alpha = 0,95$ и $n = 5$ значение коэффициента Стьюдента $t_{\alpha,n} = 2,8$, и рассчитываем доверительный интервал $\Delta\rho$ по формуле

$$\Delta\rho = t_{\alpha,n} \cdot S_{\rho}$$

6. Вычисляем относительную погрешность определения плотности тела

$$E = \frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}} 100\%$$

7. Записываем результат в виде

$$\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho, \quad E = \dots\dots\dots\%, \quad \alpha = 0,95, \quad n = 5$$

Примечание. Если число измерений $n = 3$, то для $\alpha = 0,95$ коэффициент Стьюдента следует взять, равным $t_{\alpha,n} = 4,3$