

Условие

5. Постройте график полученной зависимости, дайте ему качественное объяснение. 6. Предложите эмпирическую формулу, описывающую полученную зависимость.

Решение

Задание 10-2. Изучение поверхностного натяжения.

Расчет коэффициента поверхностного натяжения проводится по формуле

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi(D-h)\cos\theta}, \quad (1)$$

где m - масса песка, который необходимо досыпать для отрыва кольца, D - внешний диаметр кольца, h - его толщина. Измеренные геометрические параметры кольца:

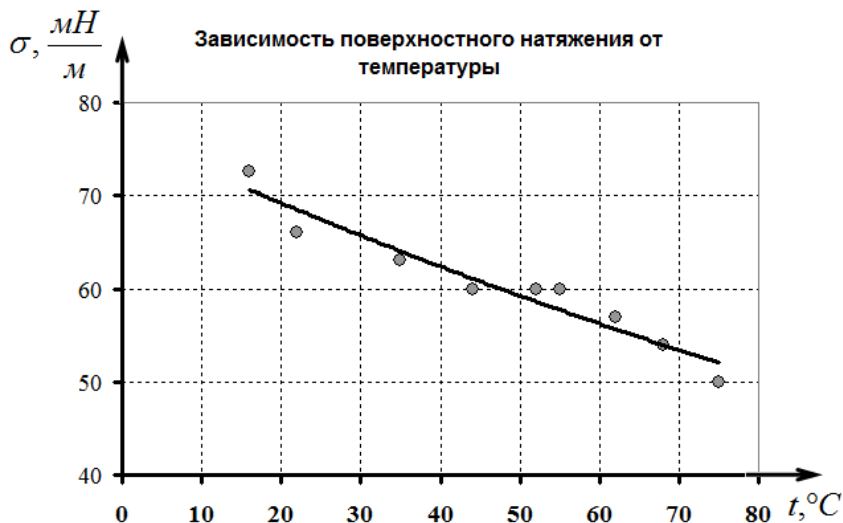
Внешний диаметр $D = (32,0 \pm 0,1)$ мм Толщина $h = (6,0 \pm 0,1)$ мм Длина линии отрыва $l = 2\pi(D-h) = 163,4$ мм Оценим погрешность определения длины линии разрыва²

$$\Delta l = 2\pi(\Delta D + \Delta h) = 1,3 \text{ мм}, \quad \varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l} \approx 0,8\%. \quad (2)$$

При комнатной температуре получены следующие значения масс досыпаемого песка: ^{**} $m = 2,4; 2,5; 2,3; 2,4; 2,5$ г. ^{**} Среднее значение массы досыпаемого песка равно $m = (2,42 \pm 0,06)$ г. Приборную погрешность можно принять равной половине цены последнего деления $\Delta m_{\text{пр}} = 0,05$ г. Таким образом, полная погрешность измерения массы песка равна $\Delta m = 0,11$ г. Относительная погрешность измерения массы $\varepsilon_m = \frac{0,11}{2,4} \approx 0,05 = 5\%$. Эта погрешность более, чем на порядок превышает погрешность измерения длины линии отрыва, поэтому именно она определяет погрешность определения коэффициента поверхностного натяжения. Расчет значения коэффициента поверхностного натяжения при комнатной температуре дает следующее значение

$$\sigma = \frac{2,42 \cdot 10^{-3} * 9,8}{163 \cdot 10^{-3} \cos 60^\circ} = 0,290 \frac{\text{мН}}{\text{м}},$$

с относительной ошибкой в 5%.



Измерения при других температурах проводятся аналогично. График полученной зависимости показан на рисунке. Точности экспериментальных данных не хватает, чтобы точно установить вид зависимости, поэтому она может быть аппроксимирована различными функциями, в простейшем случае линейной.

² «Квадратичная оценка погрешности приводит к еще меньшему значению погрешности.