

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО
РАСШИРЕНИЯ МЕТОДОМ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО
РАСШИРЕНИЯ МЕТОДОМ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Цель работы: Определить коэффициент линейного расширения твёрдых тел.

Приборы и принадлежности: прибор для определения линейного расширения тел, индикатор, штангенциркуль, термометр, металлические и стеклянный стержни, пробирка с держателем.

Общие положения

Тепловым расширением называется увеличение линейных размеров и объемов тел, происходящих при повышении их температуры. Линейное тепловое расширение характерно для твердых тел. Объемное тепловое расширение происходит как в твердых телах, так и в жидкостях.

Линейное тепловое расширение характеризуется коэффициентом линейного расширения (средним коэффициентом линейного расширения) α в данном интервале температур. Экспериментальное определение α осуществляется методами дилатометрии. *Дилатометрия* – раздел физики и измерительной техники, изучающий зависимость изменения размеров тел от внешних воздействий: температуры, давления и т.д. Приборы, применяемые в дилатометрии, называют *дилатометрами*.

Если l_1 – начальная длина тела при температуре t_1 , а $\Delta l = l - l_1$ – увеличение длины тела при нагревании его на Δt градусов, то α характеризует относительное удлинение $\frac{\Delta l}{l_1}$ тела, которое происходит при его нагревании на один градус:

$$\alpha = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta l}{l_1}. \quad (1)$$

Длина тела при температуре t определяется формулой

$$l = l_0(1 + \alpha t), \quad (2)$$

в этом случае l_0 – длина тела при температуре 0°C .

Коэффициент линейного расширения зависит от природы вещества, его численное значение обычно малая величина порядка $(10^{-5} \div 10^{-6}) \cdot 1/^\circ\text{C}$. При изменении температуры в широком интервале коэффициент линейного расширения растёт с увеличением температуры.

В интервале температур, исследуемом в данной работе, коэффициент линейного расширения можно считать величиной постоянной. Получим расчётную формулу для определения коэффициента линейного расширения, используя уравнение (2).

Длина тела при температуре t_1 :

$$l_1 = l_0(1 + \alpha t_1).$$

Длина этого же тела при температуре t_2 :

$$l_2 = l_0(1 + \alpha t_2).$$

Решая систему двух уравнений, получим:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t_2 - l_2 t_1}. \quad (3)$$

Удлинение Δl образца определяют экспериментально методом Д.И. Менделеева, нагревая его от начальной температуры t_1 до температуры кипения воды t_2 , а затем рассчитывают коэффициент линейного расширения. Так как удлинение $\Delta l \ll l$, то можно считать, что $l_2 \approx l_1$, и для расчёта использовать формулу:

$$\alpha = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \cdot \frac{\Delta l}{l_1}. \quad (4)$$

Тепловое расширение тел учитывается при конструировании всех установок, приборов, машин, работающих в переменных температурных условиях.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. В чём состоит цель работы?
2. Какие физические величины измеряются непосредственно (прямые измерения)?
3. По какой формуле Вы будете рассчитывать коэффициент линейного расширения? Поясните смысл обозначений, входящих в формулу.

Выполнение работы

1. Измерить длину l_1 образца штангенциркулем. Поместить образец в пробирку.
2. Заполнить пробирку на $3/4$ ее длины водой и измерить начальную температуру t_1 воды.
3. Привести в контакт толкатель индикатора с образцом и зафиксировать индикатор. Записать цену деления индикатора $C_{и}$.
4. Совместить нулевое деление шкалы индикатора со стрелкой.
5. Включить нагреватель и довести воду в пробирке до кипения.
6. Снять отсчёт удлинения N образца по индикатору и выключить нагреватель. Вынуть из пробирки образец.
7. Заменить горячую воду холодной.
8. Провести измерения со вторым и третьим образцами по пунктам 1–7.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать абсолютное удлинение каждого образца, умножив отсчёт удлинения N на цену деления индикатора $C_{и}$.
2. Рассчитать коэффициенты линейного расширения по формуле (4) для каждого образца.
3. Абсолютная погрешность $\Delta\alpha$ коэффициента линейного расширения α определяется приборными погрешностями, так как для каждого образца расчёты проводились по результатам одного измерения. В этом случае:

$$\Delta\alpha = \alpha \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta t}{t_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_1}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l}\right)^2},$$

где Δt – приборная погрешность измерения температуры;

Δl_1 – приборная погрешность измерения длины образца;

$\Delta(\Delta l)$ – приборная погрешность измерения удлинения.

Приборные погрешности равны половине цены деления измерительных приборов.

4. Записать окончательные результаты для каждого образца в стандартном виде:

$$\alpha = (\alpha \pm \Delta\alpha).$$

5. Рассчитать относительную погрешность измерений для каждого образца.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Запишите формулу зависимости линейных размеров тела от температуры. Поясните смысл обозначений.
2. Почему следует говорить о среднем коэффициенте линейного расширения в данном интервале температур?
3. Сравните полученные значения коэффициентов линейного расширения с табличными значениями для соответствующих материалов. Сделайте вывод.
4. Длина медной проволоки при 0°C равна 5 м. До какой температуры нагрета проволока, если она удлинилась на 51 мм?

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе №11

Выполнил(а) _____

Группа _____

Цена деления приборов:

штангенциркуля $C_{шт} =$ _____индикатора $C_{и} =$ _____термометра $C_{т} =$ _____

№ п/п	материал	$l_1,$ мм	$t_1,$ °С	$t_2,$ °С	$N,$ дел	$\Delta l,$ мм	$\alpha,$ 1/°С
1							
2							
3							

Дата _____

Подпись преподавателя _____