

Лабораторная работа № ИЗУЧЕНИЕ РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Цель работы: экспериментально определить коэффициенты линейного расширения твердых тел: стали, алюминия, стекла.

Приборы и принадлежности: прибор для определения коэффициента линейного расширения, в состав которого входят стержневые образцы (стальной, алюминиевый, стеклянный), три стеклянные пробирки, индикатор малых перемещений, термометр лабораторный, химический стакан с водой, штатив, штангенциркуль.

Краткая теория

Все твердые тела при охлаждении и нагревании изменяют свои размеры. Как правило, с повышением температуры размеры тел увеличиваются.

Как известно, твердые тела можно разделить на две группы: аморфные тела и кристаллические тела. К аморфным телам относятся стекло, пластмассы. Эти вещества ведут себя как жидкости с аномально большой вязкостью. Кристаллические вещества отличаются от аморфных правильным расположением частиц. В кристаллической решетке твердого тела каждая частица (ион, атом или молекула) имеет определенное положение равновесия, около которого она совершает колебания.

Пусть L_0 – длина образца при 0°C , L – длина образца при температуре t , тогда разность длин $\Delta L = L - L_0$ пропорциональна L_0 и разности температур Δt . Можно записать

$$L - L_0 = \alpha L_0 \Delta t, \quad (1)$$

где α – коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом линейного расширения. Из (1) имеем:

$$\alpha = \frac{L - L_0}{L_0 \Delta t} \quad \text{или} \quad \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t}. \quad (2)$$

Коэффициент линейного расширения, показывает увеличение каждой единицы длины тела при нагревании на 1 К, при этом считаем α не зависящим от температуры.

Практически при небольших изменениях температуры α незначительно изменяется, поэтому для расчетов можно воспользоваться величиной среднего коэффициента линейного расширения

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (t_2 - t_1)} = \frac{\Delta L}{L_1 (t_2 - t_1)}, \quad (3)$$

где t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры тела, L_1 и L_2 – длина тела, соответствующая этим температурам.

Аналогично определяется коэффициент объемного расширения β :

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 (t - t_0)} = \frac{\Delta V}{L_0 (t - t_0)}. \quad (4)$$

Коэффициент объемного расширения показывает увеличение каждой единицы объема тела при нагревании на 1К.

Так как большинство кристаллов анизотропны, то коэффициент линейного расширения α для таких кристаллов будет различным в разных направлениях. Коэффициенты теплового расширения по трем кристаллографическим осям кристалла называются главными коэффициентами расширения и обозначаются α_1 , α_2 , α_3 . Тогда коэффициент объемного расширения кристалла выразится $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$. Для кристаллов с кубической симметрией и для изотропных тел $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha$, тогда $\beta = 3\alpha$.

Выполнение работы

1. Стеклянные пробирки на 1/2 объема заполнить водой комнатной температуры. Измерить температуру воды в одной из пробирок.

2. Измерить штангенциркулем начальную длину образцов. Результаты занести в таблицу.

3. Опустить в каждую из пробирок по испытуемому стержню сферическим концом вниз и поместить в штатив.

4. Включить питание кнопочным выключателем. Довести воду до кипения. Увеличение длины образца определяется по отклонению стрелки индикатора малых перемещений в момент закипания воды.

5. Аналогично провести измерения для двух оставшихся образцов. Результаты занести в таблицу.

6. Произвести расчет численного значения коэффициента линейного расширения и определить погрешность измерений.

Таблица

1	2	3	4	5
Испытуемый образец	Начальная длина L_1 , м	Конечная длина L_2 , м	Начальная температура t_1 , °С	Конечная температура t_2 , °С
стеклянный стержень				
бронзовый стержень				
алюминиевый стержень				

6	7	8	9
ΔL , м	α , 1/К	Табличное α , 1/К	ε , %

Контрольные вопросы

1. Объяснить тепловое расширение твердых тел.
2. Что называется коэффициентом линейного расширения?
3. Что называется коэффициентом объемного расширения?
4. Какая существует связь между коэффициентами линейного и объемного расширения?
5. Расскажите о методе определения коэффициента линейного расширения твердых тел, который используется в данной работе.
6. Проанализируйте, чем определяется погрешность измерения.