UE2010130

ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- **Измерение теплового расширения по длине трубок из латуни, стали и стекла.**
- **Определение коэффициентов линейного расширения этих материалов и сравнение полученных результатов со значениями, указанными в литературе.**

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Определение коэффициентов расширения латуни, стали и стекла

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Как правило, твердые тела при нагревании расширяются в большей или меньшей степени. В этом опыте горячая вода протекает по трубкам, сделанным из латуни, стали и стекла. Увеличение их длин измеряется с помощью прибора с круговой шкалой. Затем рассчитываются коэффициенты линейного расширения трех указанных материалов по изменению их длин.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Устройство для измерения линейного расширения модели D	**U15400**
1	Погружной/циркуляционный термостат (230 В, 50/60 Гц)	**U144002-230 или**
	Погружной/циркуляционный термостат (115 В, 50/60 Гц)	**U144002-115**
1	Манометр с переходником	**U8442250**
2	Силиконовая трубка диаметром 6 мм	**U10146**

ПРИМЕЧАНИЕ

Если представляется достаточным измерить разность длин при комнатной температуре и при температуре кипения воды, можно использовать парогенератор вместо ванны циркуляционного термостата. Перечень необходимых принадлежностей имеется в описании опыта UE2010135 (см. Рис. 3).

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

В твердом теле каждый атом колеблется вокруг своего положения равновесия. Это колебание не является гармоническим, потому что потенциальная энергия больше, когда два атома, выведенные из их положений равновесия, приближаются друг к другу, в отличие от ситуации, когда они отдаляются друг от друга. При более высоких температурах, когда энергия колебаний также выше, атомы колеблются таким образом, что среднее расстояние между двумя соседними атомами больше, чем расстояние между их положениями равновесия. Этот эффект становится преобладающим по мере возрастания температуры, заставляя твердое тело расширяться с увеличением температуры. В таких обстоятельствах обычно можно наблюдать относительные изменения длины и рассчитать изменения объема по ним.

Коэффициент линейного расширения определяется следующим образом:

(1) $$\alpha = \frac{1}{L(\vartheta)} \cdot \frac{dL}{d\vartheta}$$

L: длина

ϑ: температура в °C

Этот коэффициент во многом зависит от свойств материала и обычно в меньшей степени зависит от температуры. Отсюда получаем следующее:

(2) $$L(\vartheta) = L_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \vartheta)$$
$$L_0 = L(0\ °C)$$

Если температура не слишком высока:

(3) $$L(\vartheta) = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta)$$

В этом опыте для проведения измерений используются тонкие трубки из латуни, стали и стекла, по которым протекает горячая вода для повышения их температуры. Циркуляционный термостат используется для того, чтобы обеспечить возможность установки определенного постоянного значения температуры воды. Поскольку один конец трубок будет закреплен в аппарате для расширения, прибор с круговой шкалой можно использовать для снятия показаний увеличения длины на другом конце, при использовании комнатной температуры в качестве эталонной.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

В исследуемом диапазоне температур $\alpha \cdot \vartheta \ll 1$. Поэтому выражение (3) можно преобразовать следующим образом

$$\Delta L = L(\vartheta_1) \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta \text{ где } \Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1 \text{, } L(\vartheta_1) = 600 \text{ мм}$$

Тогда искомые коэффициенты линейного расширения можно определить по наклону прямых линий, проходящих через начало координат, как показано на Рис. 1.

Однако вывод уравнения (3) теряет силу, если наблюдаются более высокие температуры, так как α перестает быть постоянным значением и начинает зависеть от температуры. Конечно, строго говоря, это явление имеет место и при тех температурах, которые мы наблюдаем. Поскольку измерение линейного расширения осуществляется с точностью 0,01 мм, точный анализ показывает, что измерения не строго подчиняются линейному закону, особенно в случае латуни, и что коэффициенты линейного расширения слегка увеличиваются с ростом температуры.

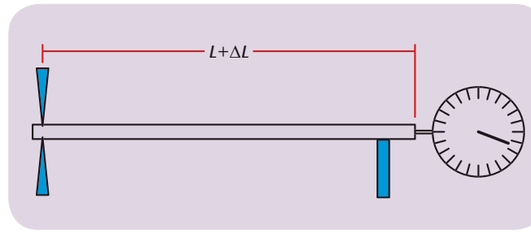

Рис. 1: Схема установки для проведения измерений

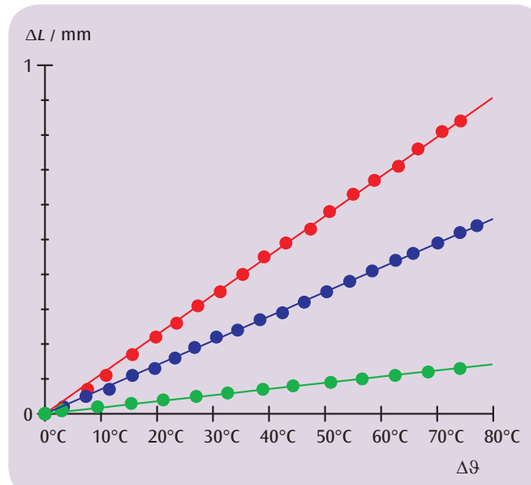

Рис. 2: Зависимость изменения длины латуни (красный график), стали (синий график) и стекла (зеленый график) от разности температур

Рис. 3: Установка с парогенератором