

Работа 2.22

Определение среднего теплового коэффициента линейного расширения тел

Оборудование: прибор для исследования расширения твердых тел, набор исследуемых образцов цилиндрической формы, набор пробирок.

Введение

При нагревании тела расширяются, при охлаждении — сжимаются. Расширение твердого тела вдоль одного из его измерений называется *линейным*. Различные твердые тела при нагревании расширяются неодинаково, даже если их нагревать на одинаковую температуру. Для характеристики теплового расширения тел вводится величина, называемая *коэффициентом линейного расширения*.

Обозначим длину тела при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ через l_0 , длину тела, нагретого на $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ через l . Изменение длины тела $\Delta l = l - l_0$ называют *абсолютным расширением твердого тела*. Абсолютное расширение не в полной мере характеризует тепловое расширение тела. Поэтому рассматривают еще *относительное тепловое расширение* $\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$. Опыты показали, что $\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = \alpha t$, где $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 t} = \frac{l - l_0}{l_0 t}$ — коэффициент линейного расширения — величина, характеризующая относительное изменение длины тела при нагревании его на 1 К.

Исследования показали, что в различных температурных интервалах коэффициент линейного расширения не одинаков. Поэтому говорят о среднем значении коэффициента линейного расширения. Величина коэффициента линейного расширения довольно малая порядка 10^{-5} K^{-1} . Поэтому при расчете коэффициента линейного расширения вполне можно воспользоваться соотношением $\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta t} = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta t}$, где l_1 — начальная длина тела, l_2 — конечная его длина, Δt — изменение температуры.

В данной работе исследуется изменение длины металлического образца при его нагревании и на основе полученных данных определяется среднее значение теплового коэффициента линейного расширения этого образца.

Описание установки. Для определения коэффициента линейного расширения используется специальный прибор с чувствительным индикатором для определения удлинения образца при его нагревании (цена деления шкалы индикатора 0,01 мм). Для исследования предлагаются образцы (стальной,

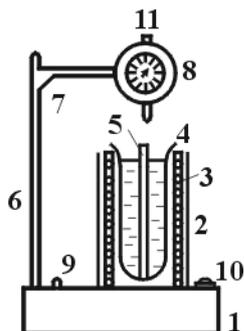


Рис. 2.33

алюминиевый) длиной по 160 мм каждый и стеклянные пробирки для их нагревания.

Прибор (рис. 2.33) состоит из корпуса 1, к которому крепится защитный кожух 2, где находится электрический нагреватель 3. При проведении эксперимента в нагреватель помещается стеклянная пробирка 4 со стержнем 5 для исследования. Стержень нагревается водой, находящейся в пробирке. На корпусе прибора установлена стойка 6 с кронштейном 7 для индикатора малых перемещений 8. Кронштейн можно поворачивать вокруг оси стойки 6 на 90 градусов. На панели корпуса устанавливается индикаторная лампа 9 и кнопочный выключатель 10.

Порядок выполнения работы

1. Наполните пробирку на половину ее объема водой и при помощи термометра измерьте начальную температуру воды t_1 .

2. Опустите в пробирку исследуемый стержень сферическим концом вниз и поместите ее в нагреватель.

3. Оттяните шток 11 индикатора вверх и поворотом кронштейна 7 установите индикатор над пробиркой

4. Опустите шток в углубление на торце стержня и кронштейн зафиксируйте винтом.

5. Вставьте штепсельную вилку в электрическую розетку на рабочем столе и кнопочным выключателем включите прибор (при этом должна загореться индикаторная лампочка).

6. Нагревайте образец до кипения воды в пробирке. Температура образца t_2 будет равна температуре кипения воды, которую найдем по таблице «Зависимость температуры кипения воды от атмосферного давления». Атмосферное давление определите по барометру.

7. Удлинение образца $\Delta l = l_2 - l_1$ определите по отклонению стрелки индикатора от первоначального положения, умножая число делений при этом отклонении на цену деления.

8. Выключите прибор кнопочным выключателем, индикатор малых перемещений на поворотном кронштейне отодвиньте в сторону, предварительно оттянув шток II индикатора вверх.

9. Замените исследуемый образец другим и повторите для него операции пп. 1 — 8. Поскольку дальнейшая работа со следующими образцами проводится при нагретом приборе, то, чтобы избежать значительных ошибок в измерениях, время нахождения пробирки со следующим образцом в зоне нагрева до фиксации первоначального положения индикатора должно быть не более 1 минуты.

10. Определите значение коэффициента теплового линейного расширения для каждого образца по формуле: $\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta t}$, где l_1 — начальная длина образца ($l_1 = 160$ мм), $\Delta l = l_2 - l_1$ — удлинение образца, $\Delta t = t_2 - t_1$ — изменение температуры образца.

11. Для каждого образца проведите 5 — 6 измерений. Найдите среднее значение коэффициента линейного расширения α .

12. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ п/п	l_1 , м	Δl , м	t_1 , °С	t_2 , °С	ΔT , К	α , К ⁻¹	$\bar{\alpha}$, К ⁻¹
-------	-----------	----------------	------------	------------	----------------	----------------------------	----------------------------------

13. Подсчитайте погрешности результатов измерений.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ УИР

Определите механическое напряжение, которое возникало бы в стержне, если бы он был закреплен наглухо и не имел возможности расширяться.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему при нагревании твердые тела расширяются?
2. Что называется абсолютным и относительным расширением тела?
3. Что называется коэффициентом линейного расширения тела?
4. Каков физический смысл коэффициента линейного расширения тела?
5. Назовите единицы измерения коэффициента линейного расширения.
6. Запишите формулу, определяющую длину твердого тела при любой температуре.
7. Приведите примеры учета теплового расширения тел в технике.

8. Какова связь между коэффициентами объемного и линейного расширения в случае изотропных и анизотропных твердых тел?

9. Выведите формулу для расчета погрешностей результатов измерений коэффициента линейного расширения твердых тел.