

Лабораторна робота № 8

Визначення питомої теплоємності металів методом охолодження

Мета роботи: Визначити питому теплоємність невідомого металу методом порівняння кінетики охолодження двох зразків, один з яких виготовлений із металу з відомою питомою теплоємністю.

Прилади і матеріали: установка для визначення теплоємності металів, терморпара з мілівольтметром і потенціометром, набір зразків.

Теоретичні відомості

Кількість теплоти ΔQ , яку віддає метал масою m при охолодженні на ΔT градусів, визначається формулою

$$\Delta Q = mc\Delta T. \quad (1)$$

Якщо охолодження відбувається протягом часу $\Delta \tau$, то (1) можна записати:

$$\Delta Q = mc \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \Delta \tau, \quad (2)$$

де $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$ – швидкість охолодження металу.

Величину ΔQ можна також обчислити на основі закону охолодження Ньютона:

$$\Delta Q = \alpha(T_n - T_c)S\Delta \tau, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт теплообміну (тепловіддачі), $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right]$;

S – площа поверхні зразка;

T_n і T_c – температури поверхні охолоджуваного зразка і навколишнього середовища.

Прирівнявши (2) і (3), отримаємо:

$$mc \frac{\Delta T}{\Delta \tau} = \alpha (T_n - T_c) S \quad . \quad (4)$$

Вважається, що величини $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$, α , T_n і T_c , які фігурують в формулах (1) і (3), не залежать від координат точок зразків металів. Це, звичайно, потрібно забезпечити в умовах досліду.

Записавши вираз (4) для двох зразків однакової форми і розмірів (еталонного і досліджуваного) і вважаючи, що $T_{n1} = T_{n2}$, $\alpha_1 = \alpha_2$ (перше наближення) і температура T_c в обох випадках є сталою, поділимо один вираз на другий і отримаємо

$$c_1 = c_2 m_2 \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2}{m_1 \left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1}, \quad (5)$$

де $\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1$ і $\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2$ – швидкості охолодження зразків металу при однаковій температурі (їх визначають експериментально).

Отже, питому теплоємність досліджуваного металу c_1 можна визначити, порівнюючи швидкість його охолодження зі швидкістю охолодження еталонного зразка. Для цього використовують спеціальну установку, яка приведена на рис. 24.

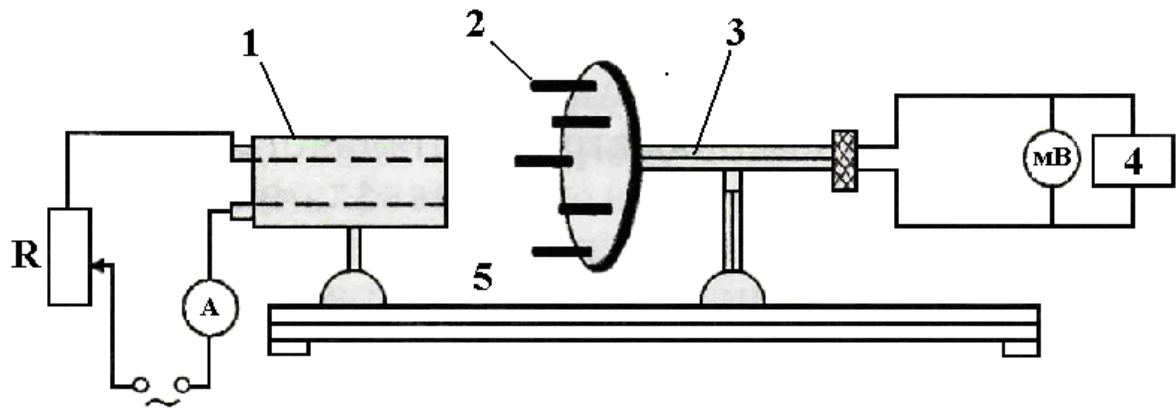


Рис. 24. Установка для визначення питомої теплоємності металів методом охолодження.

У кільцевій муфельній печі 1 нагрівають зразки 2, які містять всередині спаї термопари 3, з'єднаної з мілівольтметром і потенціометром 4. Електропіч може вільно переміщатися на підставці 5.

Хід виконання роботи

1. Досліджуваний зразок нагріти в печі до температури 500-600°C (за цим процесом слідкуємо за допомогою потенціометра).
2. Вийнявши зразок із печі, дослідити кінетику його охолодження, урхоливши діаграмну стрічку потенціометра КСП2. На стрічці отримати залежність температури зразка від часу $T = f(\tau)$. Аналогічні дослідження провести для інших зразків.
3. Визначити швидкості охолодження $\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1$ і $\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2$ з графіків на діаграмній стрічці. Величини зміни температур ΔT для різних зразків виміряти лінійкою, взявши однакові проміжки часу $\Delta \tau$ для обох зразків.

4. За формулою (5) визначити c_1 , взявши значення c_2 з таблиці питомих теплоємностей для твердих матеріалів.
5. Обчислити абсолютну і відносну похибки експерименту.
Результати вимірювань і обчислень занести в таблицю.

№ s_i	$\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1$, К/с	$\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2$, К/с	c_1 , Дж/кг·К	Δc_1 , Дж/кг·К	Е, %

Контрольні запитання

1. Що називається теплоємністю? В яких одиницях вона вимірюється?
2. Як на основі даної роботи можна перевірити закон Дюлонга і Пті?
3. Чому площі S_1 і S_2 зразків повинні бути однаковими?