

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, термомпара з мілівольтметром і потенціометром, набір зразків.

Теоретичні відомості

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

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (8.1)$$

Якщо охолодження відбувається протягом часу $\Delta\tau$, то (8.1) можна записати:

$$\Delta Q = mc \frac{\Delta T}{\Delta\tau} \Delta\tau \quad (8.2)$$

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

Величину ΔQ можна також обчислити на основі закону охолодження Ньютона:

$$\Delta Q = \alpha(T_n - T_c)S\Delta\tau \quad (8.3)$$

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 (8.2) і (8.3), отримаємо:

$$mc \frac{\Delta T}{\Delta \tau} = \alpha(T_n - T_c)S \quad (8.4)$$

Вважається, що величини $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$, α , T_n і T_c , які фігурують в формулах (8.1) і (8.3) не залежать від координат точок зразків металів. Це, звичайно, потрібно забезпечити в умовах досліду.

Записавши вираз (8.4) 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:

$$c_1 = c_2 m_2 \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_2}{m_1 \left(\frac{\Delta T}{\Delta \tau}\right)_1} \quad (8.5)$$

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 із швидкістю охолодження еталонного зразка. Для цього використовують спеціальну установку, яка приведена на рис. 8.1.

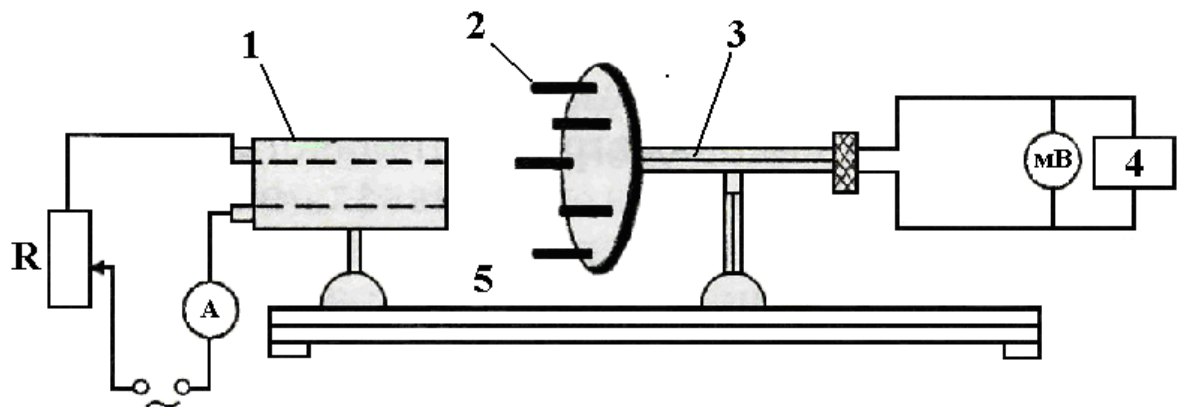


Рис. 8.1.

У кільцевій муфельній печі 1 нагрівають зразки 2, які містять всередині спаї термопар 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, урухомивши 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 (8.5) 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.

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

Контрольні питання

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?