

010811. Исследование ВАХ металла при различных температурах.

Цель работы: Исследовать ВАХ металла при различных температурах.

Требуемое оборудование, входящее в состав модульного учебного комплекса МУК-ТТ2:

- | | |
|---|-------|
| 1. Измеритель статических характеристик ИСХ1 | 1 шт. |
| 2. Стенд с объектами исследования СЗ-ТТ03 | 1 шт. |
| 3. Соединительные провода с наконечниками Ш4-Ш4 | 1 шт. |

Краткое теоретическое введение

Металлы обычно определяются как вещества пластичные, с характерным блеском, хорошо проводящие электрический ток и теплоту.

Для электропроводности металлов типичны:

а) низкое значение удельного сопротивления при комнатной температуре (от сотых долей до единиц микроОм/метр);

б) значительный рост сопротивления при повышении температуры, близкий к прямой пропорциональной сопротивлению уменьшается до очень малого значения, составляющего для наиболее чистых металлов 10^{-5} или даже меньшую долю сопротивления при комнатной температуре.

Электропроводность σ металлов зависит от концентрации свободных электронов n и их подвижности μ

$$\sigma = en\mu = \frac{e^2 n}{m} \cdot \bar{\tau}, \quad (1)$$

где e - заряд электрона;

m - масса носителей заряда;

$\bar{\tau}$ - среднее время свободного пробега носителей заряда.

Концентрация свободных электронов в металле составляет примерно $n \approx 10^{28} \text{ м}^{-3}$, т.е. того же порядка, что и число атомов в 1 м^3 . В проводимости принимают участие валентные электроны. Они обобществляются кристаллической решеткой металла при очень низких абсолютных температурах. Другие электроны очень прочно связаны с атомами и не становятся свободными даже при очень высоких температурах. Из этого следует, что концентрация носителей заряда в металлах не зависит от температуры. Среднее время свободного пробега носителей заряда при

повышении температуры металлов уменьшается по закону $\bar{\tau} \sim \frac{1}{T}$, что объясняется рассеянием их

на фононах. Сделанное утверждение не относится к области очень низких температур, при которых основным становится рассеяние на примесях и других дефектах кристаллической решетки. Поскольку электропроводность обратнопропорциональна удельному электрическому

сопротивлению вещества $\sigma = \frac{1}{\rho}$, то сопротивление металла R_l линейно растет с повышением его

абсолютной температуры T_l по закону

$$R_1 = R_0(1 + \alpha\Delta T), \quad (2)$$

где R_0 - сопротивление при некоторой условной температуре T_0 (обычно при 273К);

$$\Delta T = (T_1 - T_0)$$

α - температурный коэффициент сопротивления, показывающий относительное изменение величины сопротивления при изменении температуры на один градус.

$$\alpha = \frac{1}{R_0} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T}. \quad (3)$$

где $\Delta R = (R_1 - R_0)$

Коэффициент α для металлов положителен, почти не меняется с температурой и мал по абсолютной величине по сравнению с α для полупроводников. В таблице 1 приведены значения температурных коэффициентов сопротивления для некоторых металлов.

Таблица 1

| Металл | Медь | Вольфрам | Платина | Хром | Никель | Палладий | Серебро |
|--|------|----------|---------|------|--------|----------|---------|
| $\alpha, \text{K}^{-1} \times 10^{-3}$ | 4,3 | 5,0 | 3,9 | 2,4 | 6,7 | 3,6 | 4,1 |

Заметим, что зависимость (2) нельзя экстраполировать до абсолютного нуля температур, при стремлении к которому сопротивление обычных металлов (не сверхпроводников) стремится к некоторой конечной величине, обусловленной наличием примесей и дефектов решетки.

Методика проведения эксперимента

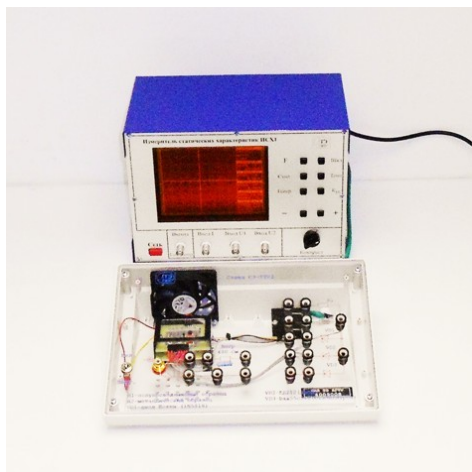


Рис. 3

Исследование вольт-амперных характеристик металла производится с помощью модульного учебного комплекса МУК-ТТ2 рис. 3. Здесь в качестве металлического образца используется металлический терморезистор.

Для проведения измерений электрическая схема представлена на рис. 4. Т. к. сопротивление металлического терморезистора R намного меньше внутреннего сопротивления канала U1 ИСХ1, то прибор подключается параллельно измеряемому сопротивлению.

Прибор ИСХ1 позволяет проводить запись полученных данных на ЭВМ через СОМ-порт. Для этого необходимо воспользоваться программой управления прибором **ish1.exe**.

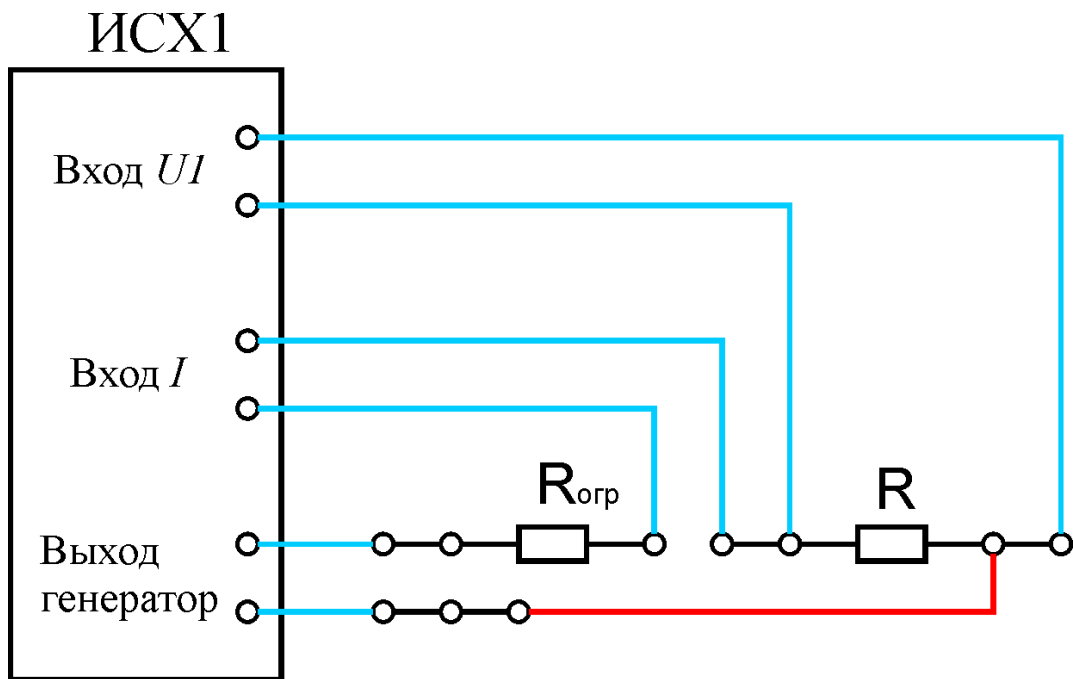


Рис. 4

Рекомендуемое задание

1. Подключите стенд СЗ-ТТ03 к измерителю статических характеристик ИСХ1 (разъем на задней панели).
2. Включите прибор. Установите на приборе тип генерируемого сигнала (пилообразный).
3. Установите амплитуду выходного сигнала.
4. Получите на экране измерителя изображение прямой ветви ВАХ $U=f(I)$ металлического терморезистора при $t=30^{\circ}\text{C}$, установив масштабные коэффициенты каналов I и UI .
5. Проведите аналогичные измерения при температурах $t=60^{\circ}\text{C}$, $t=90^{\circ}\text{C}$ и $t=120^{\circ}\text{C}$.