

ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Цель работы:

1. Изучить принцип действия и устройство термометров сопротивления. Стандартные и полупроводниковые термометры сопротивления.
2. Ознакомиться с характеристиками металлических полупроводниковых термометров сопротивления.
3. Овладеть методикой для определения показателя тепловой инерции термометра сопротивления.
4. Ознакомиться с устройством и методикой измерения сопротивления различными приборами.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Схема установки представлена на рис.1.

Лабораторная установка состоит из трёх термометров сопротивления, градуировок 1 – 100П; 2 – 50М; 3, 4 – полупроводниковые термометры сопротивления. Платиновый и медный термометры сопротивления подключены ко вторичным приборам – 5, 6 Диск – 250, который отградуирован в единицах измерения температуры. Градуировочные значения сопротивлений приведены в таблице на лабораторном стенде. Значения полупроводниковых термометрах сопротивлений при различной температуре определяют по показаниям цифрового мультиметра – 7, подсоединяя его с помощью штекеров.

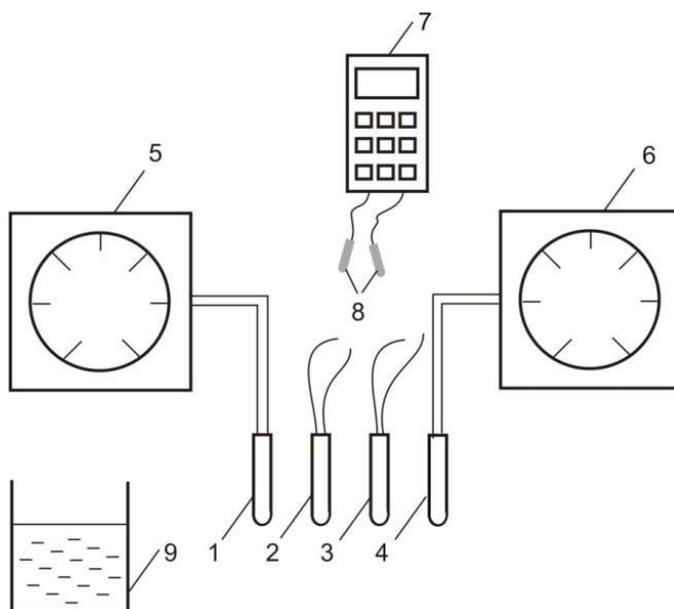


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

1 – термометр сопротивления платиновый, градуировки 100П; 2, 3 – полупроводниковые термометры сопротивления; 4 - термометр сопротивления медный, градуировки 50М; 5,6 – прибор типа Диск – 250; 7 – цифровой мультиметр; 8 – штекеры для подключения; 9 – ёмкость с измеряемой средой (снег; вода при температуре 20 °С, 40 °С, 60 °С, 80 °С)

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принцип действия и конструкции медных, платиновых и полупроводниковых термометров сопротивления.
2. Подготовить таблицу для записи экспериментальных данных, табл.1.

Таблица 1 - экспериментальные данные

°С	-10 °С	0 °С	15 °С	20 °С	40 °С	60 °С	90 °С	99 °С
ТСМ Вариант , Ом								
ТСП Вариант , Ом								
КМТ- Вариант , кОм								
ММТ- Вариант , кОм								

3. Заполнить таблицу экспериментальных данных, используя зависимости $R_t = f(t)$ из [Лекция 8-Термометры сопротивления](#) для каждой температуры таблицы 1. Для расчета полупроводниковых см. ниже (**Вариант** – градуировка термометра берется по варианту, отдельный файл, выложен ниже инструкции на портале). Данные для расчета берутся по ссылкам [ГОСТ Р 8.625-2006 ГСИ](#) (металлические) и [Терморезисторы. Справочная таблица](#) (полупроводниковые)
4. Построить графики градуировочных зависимостей для всех исследуемых термометров сопротивлений на двух графиках (1 – металлические; 2 – полупроводниковые)
5. Рассчитать чувствительность всех исследуемых термометров сопротивлений ($S = \Delta Y / \Delta X$, где Y – выходной сигнал термометра, X - входной). Сравнить их и сделать вывод
6. Выводы по работе

РАСЧЕТ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕРМОМЕТРОВ (ТЕРМИСТОРОВ)

Термисторы изготавливаются из окислов различных металлов с добавками. Наибольшее распространение имеют термометры сопротивления кобальто-марганцевые (КМТ) и медно-марганцевые (ММТ), используемые для измерения температур в пределах от минус 90 до 180°С. Используемые материалы: оксиды Ti, Fe, Mn, Co, Ni, Si, Ge.

Термисторы отличаются от проводниковых металлов и сплавов весьма высоким удельным электрическим сопротивлением, а также тем, что для них характерно уменьшение сопротивления при нагревании, т.е. отрицательный температурный коэффициент сопротивления. При этом сопротивление термистора меняется очень сильно. Температурные коэффициенты сопротивления термисторов могут быть в десятки, сотни и тысячи раз больше (по абсолютной величине), чем у проводниковых металлов.

Температурная зависимость сопротивления большинства применяемых полупроводниковых материалов для не слишком широкого диапазона температур можно выразить формулой:

$$R_t = R_{t_{20}} \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

где $R_{t_{20}}$ - номинальное сопротивление при 20 °С;

B – постоянная, зависящая от материала, К;

T – температура измерения, К.

На рисунке 2 показано устройство терморезисторов серий ММТ и КМТ. Терморезисторы типов ММТ-1 и КМТ-1 (рис. 2а) представляют собой полупроводниковый стержень 1, покрытый

эмалевой краской, с контактными колпачками 2 и выводами 3. Эти выводы терморезисторов могут быть использованы только в сухих помещениях. Терморезисторы типов ММТ-4 и КМТ-4 (рис. 2 б) смонтированы в металлический корпус 6 и герметизированы. Они могут быть применены в условиях любой влажности и любой среды, не являющейся агрессивной по отношению к корпусу. Герметизация осуществляется стеклом 8 и оловом 9. Стержень 5 в терморезисторе типа ММТ-4 обернут металлической фольгой 4. Токоотвод 7 выполнен из никелевой проволоки. Эти терморезисторы выпускаются на номинальные значения сопротивления от 1 до 200 кОм (при 20 °С) и могут быть использованы для работы в диапазоне температур от -100 до 129°С.

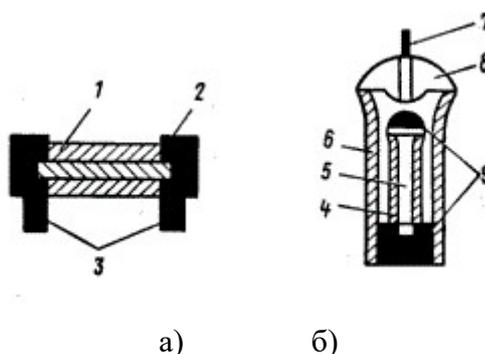


Рисунок 2 – Терморезисторы тип КМТ и ММТ

Буквы ММ и КМ обозначают материал, из которого изготовлено сопротивление, а цифры – разновидности конструктивного оформления. Например, оформление термисторов ММТ-1 и КМТ-1 (негерметичное) и ММТ-4, КМТ-4 (герметичное).

СОДЕРЖАНИЯ ОТЧЁТА

Отчёт составляется каждым студентом и включает:

1. Наименование работы, цель и основные задачи.
2. Описание и схему установки.
3. Таблица экспериментальных данных, с расчетом
4. Определение чувствительности для каждого из термометров
5. Графики изменения сопротивления от температуры для исследуемых термометров сопротивления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой принцип действия у термометров сопротивления?
2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
3. Влияет ли на электрическое сопротивление проводника на электрический ток, проходящий по проводнику?
4. Что является термометрическим параметром в термометре сопротивления?
5. Почему термопреобразователи изготавливают, как правило, из металлов, а не из сплавов?
6. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления?
7. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции?

8. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы. – 3-е изд., перераб. – М.: «Энергия», 1978. – 704 с.
2. Фрайден, Дж. Современные датчики: Справочник. – М.: Техносфера, 2006. -588 с.