

## 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.

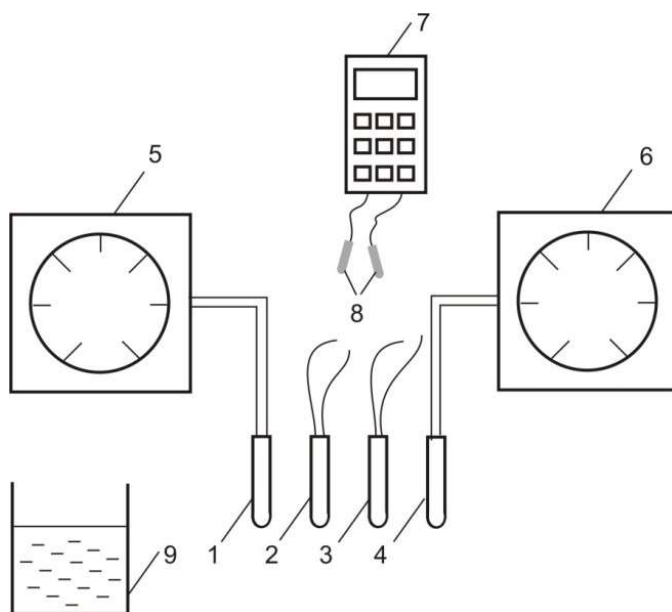


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

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 <b>Вариант</b> , Ом								
ТСП <b>Вариант</b> , Ом								
КМТ- <b>Вариант</b> , кОм								
ММТ- <b>Вариант</b> , 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.

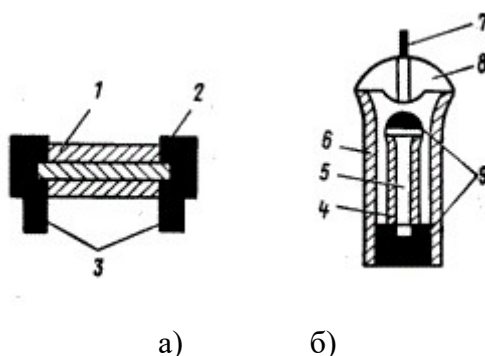


Рисунок 2 – Терморезисторы тип КМТ и ММТ

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.