

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИ КАЛИБРОВКЕ ОДНОЗНАЧНЫХ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Еркинов Саят

Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Б.У. Байхожаева

В 1848 году Борис Якоби предложил собственную единицу измерения сопротивления и изготовил эталоны из медной проволоки однородного сечения длиной 25 фут. (7,61975 м) и весом 22,4932 г. Эталоны представляли собой катушки с проволокой, залитые изолирующим составом и помещённые в деревянные ящики. Копии своих эталона Якоби послал И. Х. Поггендорфу, который изготовил ряд копий эталона Якоби и разослал их наиболее выдающимся физикам Европы.

В 1857 году Якоби демонстрировал устройство, содержащее 3 группы по 11 одинаковых катушек серебряной проволоки толщиной 0,07 дюйма в общем деревянном корпусе. Катушки первой группы совмещали в себе 4 дюйма проволоки, второй — 40, а третьей — 400.

До начала 1900-х годов для изготовления катушек мер сопротивлений применялся преимущественно нейзильбер благодаря своему высокому удельному сопротивлению. Стабильность сопротивления во времени и ТКС оставляли желать лучшего и с появлением альтернатив от использования сплава отказались. В последнем десятилетии XIX века наряду с нейзильбером широко применялся платиноид — сходный по составу сплав, дополненный вольфрамом (Cu — 60 %, Ni — 14 %, Zn — 24 %, W 1 — 2 %), более стабильный и с меньшим ТКС. С середины 1890-х годов для изготовления катушек начинают применять константан и манганин. Последний удовлетворял большинству требований к материалам для изготовления образцовых сопротивлений: высокое удельное сопротивление, низкий ТКС, малая термоЭДС в паре с медью. Чувствительность к влажности воздуха и атмосферным коррозионным агентам компенсировалась изоляцией проволоки шеллаком.

Удельное сопротивление проводников и непроводников зависит от температуры.

Сопротивление металлических проводников увеличивается с повышением температуры. У полупроводников сопротивление сильно уменьшается при повышении температуры

У некоторых металлов при температуре, близкой к абсолютному нулю, сопротивление скачком уменьшается до нуля (явление сверхпроводимости).

В настоящей статье мы рассмотрим влияние изменения температуры на меры электрического сопротивления МС 3050 с использованием Государственного эталона единицы электрического сопротивления



Рисунок 1. Однозначная мера электрического сопротивления МС3050 из состава государственного эталона единицы электрического сопротивления

В первую очередь хотим показать описание и метрологические характеристики мер из состава государственного эталона электрического сопротивления:

Однозначная мера электрического сопротивления типа МС3050, производство ООО «ЗИП-Научприбор», г.Краснодар, Россия с номинальным значением 100 Ом, класс точности 0,0005.

Калибровка однозначных мер сопротивления проводится с использованием следующих эталонных средств измерений методом сравнения значений калибруемой меры со значением эталонной меры:

- цифровой автоматический мост-компаратор МІ 6010С, производства «MeasurementsInternationalLimited», Канада;

- комплект однозначных мер электрического сопротивления типа МС3050, производство ООО «ЗИП-Научприбор», г.Краснодар, Россия с номинальными значениями 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм и 12,9 кОм, класс точности 0,0005;

- термостат жидкостный MeatestM-301, погрешность установления температуры $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$;

- термометр ртутный ТР-1, погрешность $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$

При проведении калибровки важно воссоздать следующие внешние климатические условия:

- температура окружающей среды: $20,2^{\circ}\text{C}$;

- относительная влажность воздуха: 53%;

- атмосферное давление: 98 кПа.

В виде примера рассмотрим калибровку однозначной меры электрического сопротивления МС 3050, производства ООО «ЗИП-Научприбор», г. Краснодар, Россия, заводской №031, с номинальным значением 100 Ом при температурах 20°C и 21°C предварительно поместив меры в термостат

Перед началом калибровки проводится внешний осмотр мер электрического сопротивления на предмет внешних механических повреждений и соответствие комплектности согласно технической документации завода-изготовителя.

Затем, проводится опробование меры электрического сопротивления на предмет определения исправности электрических соединителей для подключения внешних цепей к мере.

После вышеперечисленных работ приступаем к самой калибровке. Калибровка однозначной меры проводится с использованием моста-компаратора МІ 6010С, производства «MeasurementsInternationalLimited», Канада. В качестве эталонной

мерыиспользуем однозначную меру МС 3050, производства ООО «ЗИП-Научприбор», г.Краснодар, Россия, заводской № 030, с номинальным значением 100 Ом. Эталонная и калибруемая мерыдолжны быть помещены в жидкостной термостат MeatestM-301.Калибровка должна производиться при вышеуказанных климатических условиях.

После произведенных измерений получены следующие результаты измерений калибровки:

Метрологические характеристики и результаты измерений при $t=20^{\circ}\text{C}$:

Значения электрического сопротивления приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ измерения	Значение электрического сопротивления, Ом	
	$R_{20\text{ном}}$, Ом	$R_{20\text{изм}}$, Ом
1	100	99,99999855
2	100	99,99999867
3	100	99,99999863
4	100	99,99999868
5	100	99,99999859
6	100	99,99999862
7	100	99,99999858
8	100	99,99999857
9	100	99,99999861
10	100	99,99999863

Целью нашего текущего анализа рассмотреть влияние изменения температуры на результат измерения.

Для сравнения результатов измерения было принято решение провести еще измерения с изменением температуры.

Для проведения вышеуказанных измерений температура жидкостного термостата была установлена на уровне 21°C , эталонная мера электрического сопротивления была установлена в воздушный термостат с температурой 20°C

Метрологические характеристики и результаты измерений при $t=21^{\circ}\text{C}$:

Значения электрического сопротивления приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ измерения	Значение электрического сопротивления, Ом	
	$R_{20\text{ном}}$, Ом	$R_{20\text{изм}}$, Ом
1	100	99,99999931
2	100	99,99999938
3	100	99,99999931
4	100	99,99999932
5	100	99,99999937
6	100	99,99999949
7	100	99,99999930
8	100	99,99999931
9	100	99,99999948
10	100	99,99999947

Удельное сопротивление проводника, определяется по формуле

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20^{\circ}\text{C})]$$

Коэффициента $\alpha = 1.22 \times 10^{-6} \text{K}$ однозначной меры электрического сопротивления МС 3050, производства ООО «ЗИП-Научприбор», г. Краснодар, Россия, с заводским №031

$R_{20} = 100.0011697 \text{ Ом}$

$R_{21} = 100.0012917$

Для сравнения представим результаты которые были получены 2 методами.

1. Метод математический при котором были получены предварительное значение электрического сопротивления при температуры 21°C

2. Метод экспериментально определения значения электрического сопротивления после влияния изменения температуры

Для проведения второго метода мера с заводским № 031 в течении 6 часов находилась в термостате при температуре 21°C .

В первом случае расчетным методом было получение значение $R_{21} = 100.0012917$, изменение температуры составила

$$R_{\text{dif1}} = R_{21} - R_{20} = 0.000122001 \text{ Ом}$$

Во втором случае при получении результатов методом калибровки экспериментальным методом составила

$$R_{\text{dif2}} = R_{21} - R_{20} = 0.0000007610 \text{ Ом}$$

Данные исследования проводились с целью определения влияния температуры на значение электрического сопротивления.

По результатам определения значения электрического сопротивления двумя разными методами были получены абсолютно разные значения.

Тем самым можно предполагать что данные исследования требуют длительного изучения вопроса, и что разность между расчетным методом и экспериментальным методом слишком велика. Что для более точного определения влияния температуры на значения электрического сопротивления необходимо проводить экспериментальным методом, для того чтобы получить более низкую неопределенность.

Также дополнительные исследования позволят определить какие еще факторы влияют и в будущем позволит определить более точный расчетный метод для определения изменения температуры на значение электрического сопротивления.

Список использованных источников

1. Мера электрического сопротивления однозначная типа МС 3050. Руководство по эксплуатации. ИУСН. 411632.000 РЭ.

2. Руководство ИСО по оценке неопределенности измерения - ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM).

3. ГОСТ 8.237-2003 «ГСИ. Меры электрического сопротивления однозначные. Методика поверки»