

Исследование высокоомных прецизионных резисторов до 10 ТОм

И. А. Самодуров¹, А. В. Плошинский²
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
¹i.a.samodurov@vniim.ru, ²a.v.ploshinsky@vniim.ru

Аннотация. This report presents the results of investigations of precision resistors with nominal values up to 10 TOhm in the depending on the test voltage, as well as their deviation from the nominal value. On the base of these research, the resistors with the best characteristics was selected for further work on design the resistance measures.

Ключевые слова: measurement; standard resistor; precision resistors

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в метрологической практике используется большое количество средств измерений (далее СИ) высокоомных сопротивлений в цепях постоянного тока (тераомметры, петаомметры вплоть до 10 ПОм). Отсутствие отечественных мер сопротивлений в диапазоне номинальных значений от 1 ГОм до 10 ПОм не позволяет решить проблему калибровки или поверки указанных СИ. Во ВНИИМе были проведены исследования зависимости высокоомных резисторов ф. Welwyn 3811 и 3812 (в диапазоне от 100 МОм до 10 ТОм) от напряжения и других влияющих факторов. Измерения проводились на аппаратуре ВНИИМ из состава первичного и вторичных эталонов.

A. Приборы и материалы

Для проведения исследований партии резисторов в количестве 60 шт (изготовитель ф. Welwyn, тип 3811 и 3812) были скомплектованы группы из 10 шт в диапазоне от 100 МОм до 10 ТОм.

Основой резистора является элемент, изготовленный нанесением электропроводящей пленки на высококачественную керамическую подложку, встроенную в вакуумированную стеклянную ампулу. Для минимизации тока утечки и защиты от механических повреждений на ампуле устанавливается металлическое уплотнительное кольцо с герметиком.

Исследования заключались в проведении измерений методом замещения и компарирования резисторов с эталонными мерами сопротивления из состава государственных вторичных эталонов в диапазоне от 1 МОм – 10 ГОм. Для этого использовались тераомметры 6520 и 6530 при отношении от 1:1 до 1:1000 при испытательном напряжении (Уисп) 10, 100 и 200 В.

B. Методика измерений

Для устранения влияния электростатических и электромагнитных полей на результат измерения, резисторы помещались в экранированную камеру. Выводы резисторов через проходные клеммы соединялись с измерительной цепью, а экран камеры был подключен к отдельному заземляющему контуру.

Влияние избыточной влажности устранялось установленным в камере влагопоглотителем, при этом для стабилизации температуры ($20,000 \pm 0,005^\circ\text{C}$) сама камера помещалась в воздушный термостат ф. Kambic ТК-190.

В процессе измерений осуществлялась статистическая обработка путем выборки 10 результатов из 1000.

Результаты исследований

На рис. 1 и 2 представлены зависимости значения сопротивления резисторов с номинальными значениями 1 и 10 ТОм от испытательного напряжения.

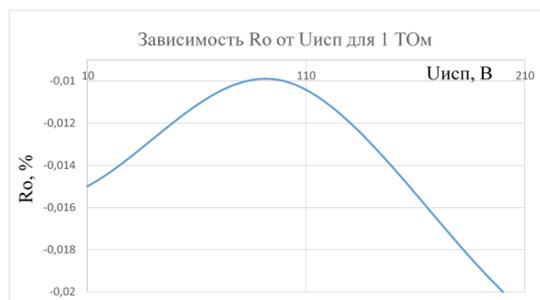


Рис. 1. Зависимость Ro от Уисп для 1 ТОм

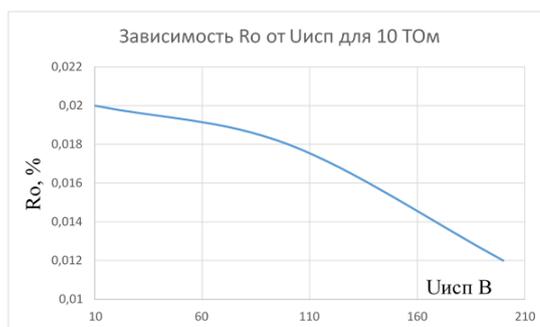


Рис. 2. Зависимость Ro от Уисп для 10 ТОм

В табл. 1 приведено СКО результатов измерений при исследовании зависимостей значения сопротивления резисторов от испытательного напряжения.

ТАБЛИЦА I СКО РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Номинальное значение	СКО результатов измерений при испытательном напряжении, %		
	10 В	100 В	200 В
100 МОм	0,002 – 0,02	0,001 – 0,02	0,002 – 0,02
1 ГОм	0,008 – 0,02	0,001 – 0,01	0,003 – 0,01
10 ГОм	0,01 – 0,2	0,002 – 0,03	0,003 – 0,03
100 ГОм	0,02 – 0,2	0,002 – 0,02	0,004 – 0,02
1 ТОм	0,05 – 0,1	0,003 – 0,08	0,003 – 0,08
10 ТОм	0,09 – 0,6	0,008 – 0,1	0,01 – 0,1

В табл. 2 приведено отклонение значения сопротивлений от номинального значения при испытательном напряжении 100 В.

ТАБЛИЦА II ОТКЛОНЕНИЕ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Номинальное значение	Отклонение от номинального значения R_n при испытательном напряжении 100 В, %
100 МОм	0,005 – 0,3
1 ГОм	0,002 – 0,5
10 ГОм	0,009 – 0,5
100 ГОм	0,01 – 0,2
1 ТОм	0,01 – 0,3
10 ТОм	0,01 – 0,5

II. ВЫВОДЫ

В результате выполненных работ отобрана серия резисторов с наилучшими метрологическими характеристиками для дальнейших исследований по созданию прецизионных высокоомных мер сопротивления на основе резисторов ф. Welwyn для дальнейшего внедрения в практику высокоомных измерений и аттестации их в качестве вторичных эталонов и проведения сличений.