ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.855— 2013

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭТАЛОННЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗ ПЛАТИНЫ И СПЛАВА РОДИЙ—ЖЕЛЕЗО

Общие технические требования и методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы», ПК 206.6 «Эталоны и поверочные схемы в области температурных, теплофизических и дилатометрических измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 2097-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2015, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 2
4 Классификация 3
5 Основные технические требования 4
6 Виды испытаний 7
7 Методы испытаний 8
Библиография 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭТАЛОННЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗ ПЛАТИНЫ И СПЛАВА РОДИЙ—ЖЕЛЕЗО

Общие технические требования и методы испытаний

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Standard platinum and rhodium-iron resistance thermometers. General technical requirements and test methods

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает технические требования и методы испытаний для низкотемпературных эталонных термопреобразователей сопротивления (далее — ТС), чувствительные элементы которых изготовлены из платины и из сплава родий—железо. Стандарт распространяется на эталонные ТС (ГОСТ 8.558), предназначенные для измерений температуры методом непосредственного погружения в среду, с чувствительными элементами из платины на диапазон измеряемых температур от 13,81 до 373 К и чувствительными элементами из сплава родий—железо на диапазон от 1,5 до 303 К.

Значения температуры в настоящем стандарте соответствуют Международной температурной шкале 1990 г. МТШ-90 [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.558 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

ГОСТ 6651 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 14254 (МЭК 529—89)[1)] Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 22782.5 Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь». Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22782.6 Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка». Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 27883 Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 30852.1 (МЭК 60079-1:98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка»

1) Действует ГОСТ 14254—2015.

Издание официальное

ГОСТ 30852.10 (МЭК 60079-11:1999) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i

ГОСТ Р 8.854 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления эталонные низкотемпературные из платины и сплава родий—железо. Методика поверки

ГОСТ Р 51909 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на транспортирование и хранение

ГОСТ Р 52931 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **термопреобразователь сопротивления; ТС:** Средство измерения температуры, состоящее из чувствительного элемента сопротивления (ЧЭ) и внутренних соединительных проводов, помещенных в герметичный защитный корпус, внешних клемм или проводов, предназначенных для подключения к измерительному прибору.

Примечание — В состав термопреобразователя могут входить конструктивно связанные с ним крепежные и коммутационные средства.

3.1.2 **чувствительный элемент термопреобразователя; ЧЭ:** Резистор из металлической проволоки или пленки с выводами для крепления соединительных проводов, имеющий определенную зависимость электрического сопротивления от температуры и предназначенный для применения в термопреобразователях сопротивления.

3.1.3 **защитный корпус:** Конструктивный элемент ТС, обеспечивающий его механическую прочность и устойчивость к воздействию внешней среды.

3.1.4 **длина погружаемой части ТС:** Максимально возможная глубина погружения ТС в среду при температурах рабочего диапазона без нарушения его работоспособности.

3.1.5 **минимальная глубина погружения ТС:** Глубина погружения ТС в среду с равномерным распределением температуры, такая, что дальнейшее погружение не приводит к изменению показаний на значение, превышающее 0,8 допускаемой погрешности.

Примечание — Минимальная глубина погружения ТС при эксплуатации зависит от теплообмена с измеряемым объектом и окружающей средой.

3.1.6 **относительное сопротивление ТС при температуре *t*:** Отношение сопротивления ТС при температуре t к его сопротивлению в тройной точке воды (273,16 К).

3.1.7 **диапазон измерений ТС:** Диапазон температур, в котором выполняется зависимость сопротивления ТС от температуры в пределах погрешности, нормированной в настоящем стандарте.

3.1.8 **рабочий диапазон температур ТС:** Диапазон температур, находящийся внутри диапазона измерений или равный ему, в пределах которого изготовителем установлены показатели надежности ТС.

3.1.9 **номинальное сопротивление ТС:** Сопротивление ТС при температуре тройной точки воды $R_{ттв}$, нормированное производителем ТС и указанное в его маркировке. Рекомендуется выбирать из ряда: 10, 25, 50, 100 Ом.

3.1.10 **нестабильность ТС:** Изменение сопротивления ТС после циклического изменения температуры в рабочем диапазоне или за время межповерочного интервала.

3.1.11 **измерительный ток:** Сила электрического тока, протекающего через чувствительный элемент ТС при измерении температуры.

3.1.12 **самонагрев ТС:** Повышение температуры термопреобразователя, вызванное нагревом ЧЭ измерительным током.

Примечание — Самонагрев ТС при эксплуатации зависит от теплообмена с измеряемым объектом и окружающей средой.

3.1.13 **электрическое сопротивление изоляции ТС:** Электрическое сопротивление между внешними выводами термометра и защитным корпусом при комнатной или другой заданной температуре, измеряемое при заданном измерительном напряжении.

3.1.14 **время термической реакции:** Время, которое требуется для изменения показаний ТС на определенный процент от полного изменения, при ступенчатом изменении температуры среды.

Примечание — Для определения времени термической реакции необходимо указывать параметры среды (как правило, воды и воздуха), нормировать процент от полного изменения показаний ТС (как правило,10 %, 50 %, 63,2 % или 90 %) и указывать скорость потока (как правило, от 0,1 до 1 м/с в воде, более 3 м/с на воздухе).

3.1.15 **характеристика преобразования электрического сопротивления в температуру:** Зависимость сопротивления ТС от температуры, индивидуальная для каждого эталонного ТС и должна определятся при проведении первичной поверки или при калибровке.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ТСП — термопреобразователь с ЧЭ из платины.

ТСРЖ — термопреобразователь с ЧЭ из сплава родий—железо.

3.3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$W_t = R_t/R_{273,16\ К}$ — относительное сопротивление ТС при температуре t.

R_t — сопротивление ТС при температуре t, (Ом);

$R_{273,16\ К}$ (или $R_{ттв}$) — сопротивление ТС при температуре тройной точки воды, Ом;

W_{Ga} — относительное сопротивление ТС при температуре плавления галлия;

W_{Hg} — относительное сопротивление ТС при температуре тройной точки ртути;

W_{100} — относительное сопротивление ТС при температуре 100 °С (373,15 К);

$W_{4,2\ К}$ — относительное сопротивление ТС при температуре 4,2 К.

4 Классификация

4.1 В соответствии с ГОСТ 8.558 настоящий стандарт распространяется на низкотемпературные термопреобразователи (ТС) 0-го, 1-го, 2-го и 3-го разрядов.

4.2 В зависимости от применяемого чувствительного элемента ТС подразделяются на: с чувствительным элементом из платины и ЧЭ из сплава родий—железо. Типы ТС и ЧЭ, на которые распространяется настоящий стандарт, приведены в таблице 1.

4.3 В зависимости от диапазона температур и области использования применяют термометры капсульного и стержневого видов.

4.4 Основные параметры, характеризующие типы низкотемпературных разрядных ТС, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип ТС	Наименование ЧЭ	Модификация	Диапазон температур, К	Разряд	Номинальное сопротивление $R_{ТТВ}$, Ом, ±1 %
ТСП	Проволочный	Стержневой	От 77 до 373	1: 2; 3	10; 25; 50;100
		Капсульный	От 13,8 до 373	0; 1: 2; 3	25; 50;100
	Пленочный	Стержневой	От 77 до 373	2; 3	100
		Капсульный	От 77 до 373	2; 3	100
ТСРЖ	Проволочный	Капсульный	От 1,5 до 302	0; 1: 2; 3	100
	Пленочный	Капсульный	От 1,5 до 302	2; 3	100: 27
Примечание — Допускается, изготовление ТС, указанных модификаций с рабочим диапазоном измеряемых температур находящимся внутри приведенных выше диапазонов.					

4.5 Характеристика преобразования электрического сопротивления в температуру — индивидуальная для каждого ТС и ее определяют при проведении градуировки в процессе поверки или калибровки.

5 Основные технические требования

5.1 Значение относительного сопротивления ТС — в соответствии с приведенным в таблице 2.

Таблица 2 — Относительное сопротивление эталонных ТС

Тип ТС	Наименование ЧЭ	Разряд ТС	Модификация ТС	Диапазон температур, К	W_{Ga}, не менее	W_{Hg}, не более	W_{100}, не менее*	$W_{4,2\,К}$
ТСП	Проволочный	0	Капсульный	От 13,8 до 303	1,11807	0,844235	1,3925	—
		1		От 13,8 до 373	1,11807	0,844235	1,3925	
		2 и 3			1,11795	0,844391	1,3921	
		3			1,11761	—	1,391	
		1	Стержневой	От 77 до 373	1,11807	0,844235	1,3925	
		2			1,11795	0,844391	1,3921	
		3			1,11761	—	1,385	
	Пленочный	2	Капсульный и стержневой	От 77 до 373	—	—	1,391	
		3	Капсульный и стержневой	От 77 до 373	—	—	1,385	
ТСРЖ	Проволочный	0 и 1	Капсульный	От 1,5 до 303	—	—	—	От 0,072 до 0,08
	Проволочный и пленочный	2 и 3	Капсульный	От 1,5 до 303	—	—	—	От 0,07 до 0,085
* Для выполнения технических требований настоящего стандарта для ТС типа ТСП каждого разряда достаточно соответствия одному из приведенных значений относительного сопротивления (W_{Ga}, W_{Hg} или W_{100}).								

5.2 Значения нестабильности ТС (в температурном эквиваленте) не должны превышать приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Тип ТС	Разряд ТС	Диапазон температур, К	Нестабильность, ΔT, К, не более при				
			13,8 К	24,5 К	77,3 К	273,16 К	4,2 К
ТСП	0	От 13,8 до 303	±0,001	±0,001	±0,0008	±0,0008	—
	1	От 13,8 до 373	±0,003	±0,003	±0,002	±0,002	
	2		±0,006	±0,005	±0,004	±0,004	
	3		±0,010	±0,007	±0,006	±0,006	
ТСРЖ	0	От 1,5 до 302	—	—	—	±0,001	±0,0005
	1		—	—	—	±0,003	±0,002
	2		—	—	—	±0,010	±0,005
	3		—	—	—	±0,020	±0,020

Значения нестабильности ТС ΔT в температурном эквиваленте определяют по формуле

$$\Delta T = \Delta R_T / (\mathrm{d}R/\mathrm{d}T)_T \qquad (1)$$

где ΔT — нестабильность в температурном эквиваленте, К;

ΔR_T — изменение сопротивления R_T;

$(\mathrm{d}R/\mathrm{d}T)_T$ — значение производной функции изменения сопротивления ТС от температуры при температуре T, Ом/К.

5.2.1 Для ТС типа ТСП двадцатикратное циклическое изменение температуры в диапазоне от (77 ± 1) до (373 ± 1) К не должно вызывать изменения сопротивления $\Delta R_{273,16\ К}$, в температурном эквиваленте, более значений нестабильности, нормированных в таблице 3 для ТС соответствующего разряда.

5.2.2 Для ТС типа ТСРЖ пятикратное циклическое изменение температуры в диапазоне от (4,2 ± 0,2) до (293 ± 1) К не должно вызывать изменения сопротивления $\Delta R_{273,16\ К}$, в температурном эквиваленте, более значений нестабильности, нормированных в таблице 3 для ТС соответствующего разряда.

5.3 Границы доверительных абсолютных погрешностей эталонных ТС при доверительной вероятности $P = 0,95$ с учетом нестабильности, не должны быть более приведенных в таблице 4.

Таблица 4 — Границы доверительных абсолютных погрешностей эталонных ТС

Тип ТС	Наименование ЧЭ	Разряд ТС	Диапазон температур, К	Границы доверительных абсолютных погрешностей, К
ТСП	Проволочный	0	От 13,8 до 373	0,002
		1		От 0,005 до 0,01
		2		От 0,015 до 0,05
		3		От 0,03 до 0,08
	Пленочный	2	От 77 до 373	От 0,015 до 0,05
		3		От 0,03 до 0,08
ТСРЖ	Проволочный	0	От 1,5 до 303	От 0,001 до 0,002
		1		От 0,003 до 0,01
	Проволочный и пленочный	2		От 0,015 до 0,05
		3		От 0,03 до 0,1

5.4 Схема соединения ЧЭ ТС должна быть четырехпроводная.

5.5 Значение электрического сопротивления изоляции между электрической цепью чувствительного элемента ТС и корпусом, при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и относительной влажности воздуха (60 ± 15) %, должно быть не менее:

150 МОм — для ТС 0-го разряда;

100 МОм — для ТС 1-го, 2-го и 3-го разрядов.

Требования к электрической прочности изоляции должны быть установлена в технической документации на ТС конкретных типов.

5.6 Значение измерительного тока для ТС 1, 2 и 3-го разрядов должно быть таким, чтобы самонагрев измерительным током не приводил к повышению его сопротивления, в температурном эквиваленте более, чем на 0,2 максимального значения допускаемой погрешности.

Примечание — Для ТС 0-го разряда градуировочная характеристика приводится при измерительном токе экстраполированном к нулевому значению, при этом самонагрев измерительным током не должен превышать значений, нормированных для ТС 1-го разряда.

5.7 Размеры эталонных ТС

Для ТС 0-го и 1-го разрядов: длина погружаемой части ТС стержневого вида — не менее 550 мм, внешний диаметр — не более 7,5 мм; длина погружаемой части ТС капсульного вида от 20 до 60 мм, внешний диаметр не более 6 мм. Допуск для размеров диаметров внешней оболочки не более ±0,2 мм.

Размеры ТС 2-го и 3-го разрядов должны быть установлены в технической документации на ТС конкретного типа.

Требования к прямолинейности корпуса должны быть установлены в технической документации на ТС конкретных типов.

5.8 Минимальная глубина погружения должна быть установлена в технической документации на ТС конкретных типов.

5.9 Требования к времени термической реакции должны быть установлены в технической документации на ТС конкретных типов.

5.10 Требования к массе ТС должны быть установлены в технической документации конкретного типа ТС.

5.11 Требования к надежности и методы испытаний на надежность должны быть установлены в технической документации на ТС конкретного типа по ГОСТ 27883.

5.12 Вид климатического исполнения ТС — УХЛ4 по ГОСТ 15150.

5.13 Требования к вибропрочности и виброустойчивости должны быть установлены в технической документации на ТС конкретного типа.

5.14 Требования к взрывобезопасности и искробезопасности, должны быть установлены в технической документации на ТС конкретного типа в соответствии с ГОСТ 30852.1 и ГОСТ 30852.10.

5.15 Требования к герметичности защитной оболочки, к влаго и пылезащищенности ТС должны быть установлены в технической документации на ТС конкретного типа.

5.16 Требования к сохраняемости, ремонтопригодности, транспортированию и хранению эталонных ТС должны быть установлены в технической документации на ТС конкретных типов.

5.17 Комплектность

В комплект поставки должны входить:ТС, техническое описание или руководство по эксплуатации, паспорт (ПС), футляр.

5.18 Маркировка

На ТС должны быть нанесены: условное наименование (тип), заводской номер, обозначение предприятия-изготовителя, год выпуска. Для малогабаритных ТС указанные обозначения допускается наносить на футляр или бирку, прикрепленную к корпусу. Данные должны быть занесены в паспорт ТС.

5.19 Упаковка

ТС должен быть упакован согласно технической документации на конкретный тип термопреобразователя.

6 Виды испытаний

6.1 Испытания для целей утверждения типа ТС

Испытания проводят в соответствии с [2] на нескольких, но не менее, чем трех образцах ТС. Программа обязательных испытаний приведена в таблице 5. Перечень может быть дополнен испытаниями на соответствие техническим требованиям, специфическим для ТС конкретного типа.

6.2 Приемо-сдаточные испытания

Проводят для каждого образца ТС после изготовления. Перечень контролируемых характеристик следует устанавливать в технической документации на термометры. Перечень необходимых испытаний, позволяющих классифицировать ТС, как соответствующий настоящему стандарту, приведен в таблице 5.

6.3 Поверка ТС

Для эталонных ТС, включенных в Государственный реестр средств измерений, проводят первичную и периодическую поверку. Для остальных ТС проводят калибровку. Объем и последовательность первичной и периодической поверок ТС устанавливается в соответствии с ГОСТ Р 8.854. Перечень обязательных контролируемых параметров приведен в таблице 5.

Таблица 5 — Обязательные характеристики, контролируемые при проведении различных видов испытаний

Наименование характеристики	Пункт настоящего стандарта (требования)	Пункт настоящего стандарта или обозначение стандарта	Обязательность контроля при испытаниях		
			для утверждения типа	приемо-сдаточных	первичной и периодической поверках
Внешние дефекты, маркировка, комплектность	5.17; 5.18	7.11; ГОСТ Р 8.554	+	+	+
Габаритные размеры, масса, прямолинейность корпуса	5.7; 5.10	ГОСТ Р 8.554	+	+	—
Схема соединений с ЧЭ	5.4	7.3	+	+	+
Минимальная глубина погружения	5.8	7.4	+	—	—
Герметичность защитной оболочки ТС	5.15	7.2	+	+	—
Электрическое сопротивление изоляции	5.5	7.1	+	+	+
Самонагрев (нагрев измерительным током)	5.6	7.5	+	—	+
Сопротивления $R_{ТТВ}$	4.4, таблица 1	7.7	+	+	+
Относительное сопротивление (W_{Ga}, W_{Hg}, W_{100}, $W_{4,2\ К}$)	5.1, таблица 2	7.8	+	—	+
Стабильность	5.2, таблица 3	7.9	+	—	+
Рабочий диапазон и абсолютная допускаемая погрешность измерения температуры	5.1; 5.3	7.10	+	+	+
Температурные циклы	5.2.1; 5.2.2	7.9	+	—	+
Время термической реакции	5.9	7.6	+	—	—

Окончание таблицы 5

Наименование характеристики	Пункт настоящего стандарта (требования)	Пункт настоящего стандарта или обозначение стандарта	Обязательность контроля при испытаниях		
			для утверждения типа	приемо-сдаточных	первичной и периодической поверках
Устойчивость* и прочность к воздействию температуры и влажности окружающей среды, к воздействию вибрации*, прочность в транспортной таре к воздействию тряски, температуры и повышенной влажности	5.12; 5.13	ГОСТ Р 51909 ГОСТ 14254 ГОСТ Р 52931	+	—	—
Электрическая прочность изоляции	5.14	ГОСТ Р 52931	+	+	—
Уровень взрывозащиты и искрозащиты*		ГОСТ 22782.5 ГОСТ 22782.6	+	—	—
Виброустойчивость* и вибропрочность*	5.13	ГОСТ Р 52931	+	—	—
Надежность	5.11	ГОСТ 27883	+	—	—
Влаго- и пылезащищенность ТС*	5.15	ГОСТ 14254	+	—	—

* Обязательность контроля характеристики при наличии требований в технической документации для ТС конкретного типа.

Примечания

1 При проведении первичной и периодической поверок испытания на стабильность проводятся при проведении градуировки по методике, изложенной в ГОСТ Р 8.854.

2 При проведении испытаний рабочего диапазона и абсолютной допускаемой погрешности измерения температуры проводят испытания на самонагрев (нагрев измерительным током).

7 Методы испытаний

7.1 Электрическое сопротивление изоляции

Испытание электрического сопротивления изоляции проводят при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и относительной влажности воздуха (60 ± 15) %. Сопротивление изоляции измеряют между выводами и корпусом ТС мегаомметром при напряжении 100 В. Значение электрического сопротивления изоляции должно удовлетворять требованиям 5.5.

7.2 Герметичность защитной оболочки ТС

Герметичность защитной арматуры следует проверять до сборки термопреобразователя гелиевым течеискателем. Герметичность ТС, заполненых теплообменным газом гелием, испытывается гелиевым течеискателем с чувствительностью к потоку гелия не более $7 \cdot 10^{-12}$ м^3 Па/с.

ТС считаются выдержавшими испытания, если во время испытаний не обнаружены течи при значении чувствительности гелиевого течеискателя $1 \cdot 10^{-8}$.

7.3 Схема соединений с ЧЭ

Измерения проводят омметром путем определения целостности измерительных цепей ТС и наличия сопротивлений между токовыми и потенциальными концами. Измерительная цепь должна соответствовать 5.4, а значения сопротивлений между токовыми и потенциальнымии концами номинальному сопротивлению ТС по 4.4 с учетом отклонения на изменение сопротивления ТС от влияния температуры окружающей среды.

7.4 Минимальная глубина погружения

Испытания с целью определения минимальной глубины погружения проводят для стержневой модификации ТС, т. к. ТС капсульной модификации при измерениях температуры должны полностью

погружаться в измеряемую среду. Испытания проводят при двух температурах: (273,16 ± 0,1) К и температуре превышающей нижнюю температуру рабочего диапазона не более чем на 5 К.

Испытания ТС 2-го и 3-го разрядов проводят в жидкостных термостатах с нестабильностью поддержания температуры не более 0,002 К за 10 мин и вертикальном перепаде температуры в рабочем пространстве не более ±0,003 К. Испытуемый и эталонный ТС 1-го разряда погружают на максимально возможную глубину в жидкостный термостат и подключают к измерительному устройству. После установления теплового равновесия — стабилизации показаний термопреобразователей до значения не превышающего 0,2 значения допускаемой погрешности для испытуемого ТС, проводят измерение сопротивлений обоих термометров и определяют значение температуры по показаниям эталонного ТС. Поднимают испытуемый ТС частями по 10—15 мм. При каждом положении, при установившемся тепловом равновесии, проводят измерения сопротивления испытуемого и эталонного термопреобразователей. Повторяют данные операции, пока значение сопротивления испытуемого термопреобразователя не превысит в температурном эквиваленте 0,8 значения его допускаемой погрешности. В таком положении, глубину погружения от конца испытуемого термопреобразователя до поверхности жидкости в термостате принимают за минимальную глубину погружения испытуемого ТС. При каждом положении испытуемого ТС, в результат измерений его сопротивления вносят поправку на изменение температуры в термостате по показаниям эталонного ТС, если эти изменения превышают 0,15 допускаемой погрешности испытуемого ТС.

Испытания ТС 0-го и 1-го разрядов проводят с применением: устройств реализации тройной точки воды, тройной точки аргона или ванны жидкого азота с металлическим блоком сравнения и эталонным термометром более высокого разряда. Методика проведения испытаний с ванной жидкого азота такая же, что для ТС 2-го и 3-го разрядов. Нестабильность поддержания температуры ванны жидкого азота не более 0,001 К за 10 мин и вертикальном перепаде температуры в каналах блока сравнения не более ±0,001 К.

Испытания ТС 0-го и 1-го разрядов с применением устройств реализации тройной точки воды и тройной точки аргона проводят без эталонного ТС. Минимальную глубину погружения определяют по положению конца ТС от дна колодца реперной точки при достижении изменения сопротивления ТС, в температурном эквиваленте, равном 0,8 значения его допускаемой погрешности.

7.5 Самонагрев измерительным током

7.5.1 Испытание ТС на самонагрев проводят при температуре тройной точки воды (ТТВ). ТС помещают в ампулу ТТВ и измеряют его сопротивление при двух значениях измерительного тока:

- при номинальном значении измерительного тока, приведенном в его технической документации;
- при токе в $\sqrt{2}$ раз большем номинального.

Экстраполируют полученные значения сопротивлений к значению измерительного тока равному нулю. Рассчитывают изменение значения сопротивления ТС от номинального тока к экстраполированному к 0-му (т. е. самонагрев номинальным измерительным током). Это изменение не должно превышать, в температурном эквиваленте, требований приведенных в 5.5.

Примечание — Для ТС 0-го разряда градуировочную характеристику приводят при измерительном токе экстраполированном к нулевому значению, при этом самонагрев измерительным током не должен превышать значений нормированных для ТС 1-го разряда.

7.5.2 Дополнительно, капсульные модификации ТСП и ТСРЖ испытывают на самонагрев в криостате. Для ТСРЖ измерения проводят при температуре (4,2 ± 0,1) К; ТСП — при нижней температуре измерительного диапазона (77 ± 0,3) или (14 ± 0,1) К. Измерения проводят при установившемся температурном режиме последовательно с двумя измерительными токами: номинальным I_1 и током, в $\sqrt{2}$ раз большем I_2. Значение самонагрева сопротивления ТС номинальным измерительным током I_1, вычисляют по формуле

$$\delta R_{I_1} = (R_{I_2} - R_{I_1}) \cdot I_1^2 / (I_2^2 - I_1^2), \qquad (2)$$

где R_{I_1} и R_{I_2} — средние значения измеренного сопротивления при токах I_1 и I_2.

Значение самонагрева δR_{I_1} ТС номинальным током при температурах испытаний не должно превышать, в температурном эквиваленте, требований приведенных в 5.5.

7.6 Время термической реакции

Испытания проводят по ГОСТ 6651.

ТС считаются выдержавшими испытания, если значения термической реакции соответствуют требованию технической документации.

7.7 Сопротивление в тройной точке воды ($R_{ТТВ}$)

ТС погружают в канал ампулы тройной точки воды и через 30—40 мин, после установления теплового равновесия, измеряют сопротивление ТС. Изменение сопротивления термометра при установлении теплового равновесия, в температурном эквиваленте, должно быть не более ±0,1 мК. Ампула тройной точки воды должна быть предварительно подготовлена к работе, согласно технической документации на данный прибор. За результат измерения сопротивления $R_{ТТВ}$ принимают среднее арифметическое из результатов пяти отсчетов. $R_{ТТВ}$ должно соответствовать требованиям к номинальному сопротивлению по 4.4 и отличаться, в температурном эквиваленте, не более, чем на значение допускаемой погрешности, нормированной в 5.3 для ТС соответствующего разряда, от значения приведенного в его ПС (при наличии данных градуировки). При отсутствии данных по градуировке полученное значение принимают за $R_{ТТВ}$ тестируемого ТС.

7.8 Относительное сопротивление (W_{Ga}, W_{Hg}, W_{100}, $W_{4,2\ К}$)

Для выполнения технических требований настоящего стандарта ТС достаточно соответствия для каждого разряда одному из приведенных в таблице 1 значений относительного сопротивления (W_{Ga} или W_{Hg}, или W_{100} для типа ТСП; $W_{4,2\ К}$ для типа ТСРЖ).

7.8.1 Испытание ТС типа ТСП с целью определения значения относительного сопротивления на соответствие техническим требованиям настоящего стандарта.

ТС помещают в ампулу реперной точки, в которой достигнуто состояние фазового перехода — тройной точки ртути (ТТР) или точки плавления галлия (ТПГ). Измеряют сопротивление термометра, соответствующее температуре реперной точки ($R_{ТТР}$ или $R_{ТПГ}$).

Применяя значение $R_{ТТВ}$ испытуемого термометра, рассчитывают соответствующее значение W_{Hg} или W_{Ga}. Полученное значение должно соответствовать требованиям 5.1 для соответствующего разряда.

Испытания ТС типа ТСП, с целью определения значения относительного сопротивления W_{100}, осуществляют путем совместных измерений в жидкостном термостате испытуемого ТСП с ТС более высокого разряда при двух температурах в диапазоне (100 ± 1) °С. При этом разность двух измеряемых температур должна быть не менее 0,5 °С и не более 1 °С. По результатам измерений сопротивлений двух ТС рассчитывают относительные сопротивления тестируемого ТСП при двух температурах, применяя значение его $R_{ТТВ}$ и температуры по показаниям ТС более высокого разряда. Значение W_{100} испытуемого ТС определяют по формуле

$$W_{100} = W_1 + [(W_1 - W_2)/T_1 - T_2] \cdot (100 - T_1), \quad (3)$$

где W_1 и W_2 значения относительного сопротивления испытуемого ТСП при температурах T_1 и T_2 соответственно, определенных по показаниям ТС более высокого разряда. Полученное значение W_{100} должно соответствовать требованиям 5.1 для соответствующего разряда.

Примечание — Испытание с целью определение W_{100} рекомендуется проводить для ТСП не выше 2-го разряда.

7.8.2 Для испытания ТС типа ТСРЖ, с целью определения значения относительного сопротивления $W_{4,2\ К}$, проводят измерение его сопротивления при температуре 4,2 К.

Измерения сопротивления $R_{4,2\ К}$ осуществляют с выравнивающим медным блоком, в сосуде Дьюара с жидким гелием, находящимся под атмосферным давление [$P = (10^5 \pm 6 \cdot 10^3)$ Па], через 30 мин после погружения в него испытуемого ТСРЖ.

Применяя значение $R_{ТТВ}$, рассчитывают $W_{4,2\ К}$ ТСРЖ.

Значение $W_{4,2\ К}$ испытуемого ТСРЖ должно соответствовать требованиям 5.1 для соответствующего разряда.

7.9 Температурные циклы и стабильность

Испытание на устойчивость к температурным циклам совмещают с испытаниями на стабильность.

7.9.1 Измеряют сопротивления $R_{ТТВ}$ тестируемого ТС ($R_{ТТВ1}$).

Для ТС типа ТСП проводят 20 циклов охлаждение — нагрев от (77 ± 1) до (373 ± 1) К, с промежуточной выдержкой при температуре (293 ± 5) К. Для ТС типа ТСРЖ проводят 5 циклов охлаждение — нагрев от (4,2 ± 0,2) до (293 ± 1) К. Время нахождения при каждой температуре не менее 3 мин, скорость охлаждения и нагрева не более 50 К/мин. По окончании циклов ТС выдерживают при нормальной температуре в течение не менее 1 ч и проводят измерения $R_{ТТВ}$ ($R_{ТТВ2}$). Отклонения от среднего значения измеренных сопротивлений $R_{ТТВ}$ в температурном эквиваленте не должно превышать значений нестабильности нормированных в 5.2 для ТС соответствующего разряда.

7.9.2 ТС помещают в устройство (криостат, жидкостный термостат, сосуд Дьюара с жидким азотом или гелием и металлическим блоком) реализующее нижнюю температуру рабочего диапазона применения, для которой нормирована, см. таблицу 3, нестабильность ТС. Устройство должно обеспечивать для ТС, испытуемого разряда, уровень точности измерений, не более 0,2 нормированной нестабильности. Для измерения температуры в устройстве должны применять термометр более высокого разряда, чем тестируемый ТС.

После достижения и выдержки, при выше указанной температуре в течение 5 ч, измеряют сопротивление тестируемого ТС и определяют соответствующую ему температуру по измерениям эталонного термометра ($R_{н_1}$ и $T_{н_1}$). Отогревают ТС до температуры (293 ± 5) К, затем охлаждают и вторично измеряют при низкой температуре, отличающейся от $T_{н_1}$ не более, чем на ±0,1 К ($R_{н_2}$ и $T_{н_2}$). Отогревают ТС и измеряют $R_{ТТВ}$ ($R_{ТТВ3}$).

7.9.3 Полученные в двух сериях измерений значения $R_н$ приводят к одной температуре, применяя производную зависимости сопротивления от температуры для тестируемого ТС. Отклонения от среднего значения полученных значений сопротивлений $R_н$ и $R_{ТТВ}$ (по 7.9.1 и 7.9.2), в температурном эквиваленте, не должны превышать значений нестабильности нормированных в 5.2 для ТС соответствующего разряда.

Примечание — Допускается, не выдержавшие испытания ТС, использовать в качестве СИ температуры более низкого разряда, после повторных испытаний на стабильность, если они удовлетворяют требованиям настоящего стандарта к этому разряду.

7.10 Рабочий диапазон и абсолютная допускаемая погрешность измерения температуры

Испытания на соответствие рабочего диапазона и абсолютной погрешности измерения проводят совместно.

ТС помещают в устройства реализующие температуры рабочего диапазона применения (криостат; жидкостный термостат; сосуд Дьюара с жидким азотом или гелием и металлическим блоком). Для измерения температуры в устройстве должны применять термометр более высокого разряда, чем тестируемый ТС. Устройство и применяемые средства измерения сопротивления должны обеспечивать уровень точности измерений для ТС испытуемого разряда, не более 0,2 нормированной в таблице 4 допускаемой погрешности.

Испытания проводят в трех температурных точках, соответствующих крайним точкам рабочего диапазона и одной при промежуточной температуре, в диапазоне от 30 % до 70 % рабочего диапазона. После достижения заданной температуры и установления теплового равновесия, для каждой из точек измеряют сопротивления тестируемого и эталонного ТС. Применяя их градуировочные характеристики, определяют разности температур, соответствующие измеренным сопротивлениям в каждой точке. Разности температур не должны превышать границы допускаемых абсолютных погрешностей, нормированных в 5,3, для ТС тестируемого разряда.

7.11 Комплектность, маркировка и упаковка

Комплектность, маркировку и упаковку проверяют на соответствие требованиям эксплуатационной документации на испытуемый ТС.

Библиография

[1] Международная температурная шкала 1990 г. МТШ-90. Echelle Internationale de temperature de 1990 (EIT-90). Bureau International des Poids et Measures. Paris.X. 1990

[2] Порядок проведения испытаний стандартных образцов и средств измерений в целях утверждения типа (утвержден приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 30 ноября 2009 г. № 1081) с изменением (утверждено приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 30 сентября 2011 г. № 1326)

УДК 536.531:669.231:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: термопреобразователь сопротивления, платина, сплав родий—железо, испытания

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 13.03.2019. Подписано в печать 29.03.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,70.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru