

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

августа 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи термоэлектрические низкотемпературные
PFA/PFA-28-TT CRYO**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 207-028-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические низкотемпературные PFA/PFA-28-TT CRYO, используемых в качестве рабочих средств измерений (СИ), изготавливаемые фирмой TERSID S.r.l., Италия (далее – термопреобразователи, ТП, поверяемое СИ).

Термопреобразователи представляют собой термопару, помещенную в гибкую тefлоновую оболочку (PFA), состоящую из одной пары термоэлектродов (медь (положительный) и медь-никель (константан, отрицательный)), сваренных между собой и образующих рабочий спай открытого типа.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки термопреобразователей.

Поверка ТП проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром (далее – эталон).

Прослеживаемость поверяемых ТП к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказа Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Метрологические характеристики ТП приведены в Приложении А настоящей методики.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки.

Наименование операции ⁽¹⁾⁽²⁾	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

Примечания:

⁽¹⁾ При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.

⁽²⁾ Не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.

3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Измерители напряжения постоянного тока	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13) и др.
Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
	Измерители электрического сопротивления	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19736-11), Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46432-11) и др.
	Измерители напряжения постоянного тока	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13) и др.
	Термостаты (криостаты)	Нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от	Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07),

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
		предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25190-03), Криостат регулируемый КР-190-1 (диапазон воспроизводимых температур от минус 196 °C до минус 60 °C) и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные)	Нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К» (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 80030-20) и др.
	Термометр цифровой (для контроля льдо-водяной смеси в сосуде Дьюара)	Допускаемая погрешность измерений температуры $\pm 0,05$ °C	ЛТ-300 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 61806-15) и др.
	Сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью	Градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °C/см	-
	Пробирки стеклянные для термостатирования свободных концов термоэлектродов	-	-
Контроль условий проведения поверки	Измерители температуры окружающего воздуха, относительной влажности и атмосферного давления	-	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
Примечания:			
1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при			

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
<p>проверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик проверяемых СИ с требуемой точностью.</p>			

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Проверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с СИ.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 № 903Н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

6 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности ТП эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению.

7.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

СИ, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

Примечание – при оперативном устраниении пользователем недостатков ТП, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

ТП перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ не менее 30 минут.

8.2 Опробование

8.2.1. Опробование проводят, путем проверки целостности измерительной цепи.

Для проверки используют калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R).

8.2.2 Подключают ТП к калибратору и на его дисплее фиксируют значение температуры, соответствующее текущим значениям температуры воздуха в лаборатории.

8.2.3 Результат проверки считается положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) чувствительного элемента (ЧЭ) ТП

9.1.1 ТЭДС ЧЭ ТП находят не менее, чем в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний предел диапазона измерений ТП в криостате, термостате или сухоблочном (жидкостном) калибраторе температуры.

9.1.2 При поверке ТП в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый ТП вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости).

9.1.3 При поверке ТП в сухоблочном калибраторе температуры опускают эталонный термометр и ТП до упора в дно блока.

9.1.4 Подключают эталонный термометр сопротивления к измерителю электрического сопротивления.

9.1.5 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1.

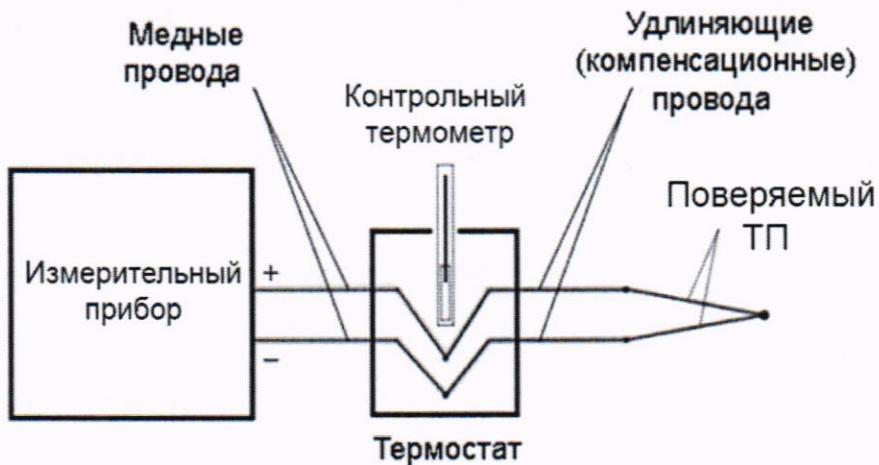


Рисунок 1 – Схема подключения, поверяемого ТП к измерительному прибору

К термоэлектродам поверяемого ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный

льдоводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ $^{\circ}\text{C}$.

9.1.6 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате или калибраторе требуемую температурную точку.

9.1.7 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром, поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

9.1.8 Операции по пп. 9.1.6, 9.1.7 повторить для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измерений температуры, поверяемого ТП.

9.1.9 Проводят подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , $^{\circ}\text{C}$) для каждой поверяемой точки по формуле 1.

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{гост}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{изм}} - E_{\text{ТП}}^{\text{гост}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) - t_{\text{СКТП}} \right) - t_{\text{ЭТ}} \quad (1)$$

где: $t_{\text{ТП}}^{\text{гост}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ТП}}^{\text{гост}}$, $^{\circ}\text{C}$;

$E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$ – значение ТЭДС, измеренное поверяемым ТП, мВ;

$E_{\text{ТП}}^{\text{гост}}$ – значение ТЭДС ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013, ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировке при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/ $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, $^{\circ}\text{C}$.

Примечание – при использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая, расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 2.

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} - t_{\text{СКТП}}) - t_{\text{ЭТ}} \quad (2)$$

где: $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 $^{\circ}\text{C}$), $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, $^{\circ}\text{C}$.

10.2 Результат поверки считается положительным, а ТП соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик ТП не превышают нормированных значений, указанных в Приложении А настоящей методики.

11 Оформление результатов поверки

11.1 ТП, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

11.2 Результаты поверки ТП передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца ТП или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или вносится запись о проведенной поверке в паспорт ТП, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на средство измерений оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработчик настоящей методики:

Начальник отдела 207

метрологического обеспечения термометрии

ФГБУ «ВНИИМС

— А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Условное обозначение НСХ преобразования по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013)	Т
Класс допуска ТП по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013)	2, 3
Диапазон измерений температуры, °C	от -196 до +260
Номинальная температура применения, °C	+200
Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013), °C - от -196 °C до -66 °C включ. - св. -66 °C до +135 °C включ. - св. +135 °C	$\pm 0,015 \cdot t ^{(1)}$ $\pm 1,0$ $\pm 0,0075 \cdot t$
Примечание: ⁽¹⁾ t – значение измеряемой температуры, °C	