

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Заместитель генерального директора

Е. П. Кривцов

А.Н.Пронин

доверенность № 54/2021
« 294 » от 24.12.2021

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Термопреобразователи сопротивления ТСx

Методика поверки

МП 2411-0206- 2023

Заместитель руководителя
лаборатории термометрии

В.М. Фуксов

В.М. Фуксов

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на термопреобразователи сопротивления ТСХг, модификаций ТСМг и ТСПг (далее – термопреобразователи), выпускаемые по техническим условиям ТУ 26.51.51–035–57200730–2023 ООО НПК «РЭЛСИБ», г. Новосибирск и устанавливает объем и порядок их первичной и периодической поверки.

Термопреобразователи подлежат первичной поверке при вводе в эксплуатацию или после ремонта и периодической в процессе эксплуатации.

Первичную и периодическую поверку погружных термопреобразователей, а также термопреобразователи, для измерений температуры твердых тел и ТС исполнения Кл3-2 (при демонтаже первичного преобразователя из корпуса), допускается проводить по ГОСТ 8.461-2009 или в соответствии с настоящей методикой.

1.2 Методикой поверки должна быть обеспечена прослеживаемость термопреобразователей к Государственным первичным эталонам единицы температуры

- в диапазоне от 0 °C до 3200 °C - ГЭТ 34 – 2020,
- кельвина в диапазоне от 0,3 K до 273,16 K - ГЭТ 35-2021

по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры (ГПС для СИ температуры), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 23.12.2022 г. № 3253.

1.3 Метод поверки основан на непосредственном сличении термопреобразователей с показаниями СИ, применяемыми в качестве эталонов.

1.4 Проведение поверки в сокращенном объеме настоящей методикой не предусмотрено.

1.5 Определения, обозначения и сокращения

1.5.1 В настоящей методике применены термины в соответствии с ГОСТ 8.461-2009, ГОСТ 6651-2009 и РМГ 29 и следующие термины с соответствующими определениями:

- термопреобразователь – термопреобразователь сопротивления модификации ТСМг или ТСПг;
- эталонный ТС – термометр сопротивления платиновый эталонный;
- измеритель – Многоканальный прецизионный измеритель температуры МИТ 8.15, МИТ8.10М.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки термопреобразователей должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр | Да | Да | 7 |
| Опробование | Да | Да | 8.4 |
| Проверка электрического сопротивления изоляции | Да | Да | 8.4 |
| Определение метрологических характеристик: определение абсолютной погрешности измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 9 |

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 °C до +25 °C
- относительная влажность, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на термопреобразователи и средства поверки, имеющие необходимую квалификацию в области теплофизических измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 5.1

Таблица 5.1

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 1,5 кПа | Измеритель- регистратор температуры, отн.влажности и атмосферного давления Eclerk-M-RHTP № 80931-21, диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, температуры от -40 °C до +55 °C, атмосферного давления от 30 до 110 кПа; погрешность измерений относительной влажности от 0 % до 90 % ±2,5 % , от 90 % до 98 % 4,0 %, температуры ±0,4 °C, атмосферного давления ±1,5 кПа |
| п.8.4 Опробование | Средство измерений электрического сопротивления в диапазоне от 0 до 1000 Ом | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, регистрационный № 19736-11 |
| п.8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции | Средство измерений электрического сопротивления в диапазоне от 0 до 100 МОм | Мегаомметр ЭСО0202/1-Г, регистрационный № 14883-19, +15 % от измеренного значения электр.сопротивления |
| п.9 Определение метрологических характеристик | Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для СИ температуры, в диапазоне значений температуры от -200 °C до +350 °C | Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3-го разряда по ГПС для СИ температуры, регистрационный номер 70903-18; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 М или МИТ 8.10М, регистрационный № 19736-11; - калибратор температуры поверхностный КТП-2, воспроизведение температуры поверхности в диапазоне от -50 °C до +140 °C, допускаемая погрешность воспроизведения температуры ±(0,2+0,003·t) °C; градиент температуры по радиусу рабочей зоны поверхности ±(0,1+0,002·t) °C; |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | нестабильность поддержания температуры $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, регистрационный № 53247-13; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1, регистрационный № 33744-07, диапазон воспроизведения температуры от -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$, нестабильность $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0, регистрационный № 33744-07, диапазон воспроизведения температуры от $+35^{\circ}\text{C}$ до $+300^{\circ}\text{C}$, нестабильность $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$; Камеры климатические (холода, тепла и влаги), конструкция которых позволяет их применение при поверке термопреобразователя (диапазон воспроизводимых значений температуры от -50°C до $+70^{\circ}\text{C}$, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$) |

Примечание – Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5.2 Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

5.3 Указанные средства поверки должны иметь актуальные сведения о положительных результатах поверки или аттестации в Федеральном информационном фонде обеспечения единства измерений (ФИФ ОЕИ).

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве эксплуатации поверяемых СИ.

6.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в их эксплуатационной документации.

6.3 Во время проведения поверки при высокой температуре термопреобразователь следует извлекать из печи медленно, соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра необходимо убедиться в:

- соответствии внешнего вида описанию типа,
- соответствию маркировки указанной в эксплуатационной документации,
- целостности термопреобразователя (отсутствии трещин или вмятин на корпусе, целостности клеммной колодки, наличии уплотнения кабеля);
- наличии эксплуатационного документа (паспорт).

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. При наличии дефектов термопреобразователь подлежит ремонту или бракуется.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверить наличие всех средств измерений, необходимых для поверки, согласно разделу 5 и нормативным документам, устанавливающим методику их эксплуатации.

8.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 3.

8.3 Подготовить к работе средства измерений и поверяемый термопреобразователь согласно эксплуатационным документам на них:

- протереть погружаемую часть эталонного ТС и поверяемого термопреобразователя (контактную площадку) этанолом;
- поверхность выводных проводов ТС и эталонного ТС очистить механическим способом от пленки оксидов;
- эталонный ТС и поверяемый термопреобразователь подключить к измерителю в соответствии со схемой соединения внутренних проводов поверяемого термопреобразователя и эталонного ТС и схемами внешних электрических подключений прибора. Измеритель установить в режим измерений температуры для эталонного и поверяемого СИ. Измерительный ток должен быть для эталонного и поверяемого СИ в соответствии с эксплуатационным документом.

8.4 Провести опробование поверяемого термопреобразователя, которое заключается в проверке целостности электрических цепей. Опробование электрической схемы проводят подключением выходных клемм термопреобразователя к входным клеммам измерителя температуры МИТ 8.10М.

Проверку электрического сопротивления изоляции проводят мегомметром при напряжении 100 В.

Результат опробования считают положительным, если нет обрыва электрические цепи термопреобразователя, электрическое сопротивление изоляции не менее 100 МОм при напряжении постоянного тока 100 В.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение абсолютной погрешности поверяемого термопреобразователя проводят методом прямых измерений или сличением с эталонным ТС при значениях температуры (0 ± 5) °C и (100 ± 5) °C или верхнего предела диапазона измерений поверяемого термопреобразователя.

9.2 Погружные термопреобразователи, в том числе исполнения К5, помещают в жидкостный термостат на одну глубину с эталонным ТС.

Контактную площадку термопреобразователя для измерений температуры поверхности (К9, К10, Кл2-1, Кл2-2) в соответствии с эксплуатационной документацией поверхностного калибратора помещают на рабочую зону. Устанавливают контрольное значение температуры в задании калибратора. При проведении измерений для обеспечения эффективного теплового контакта между СИ температуры и рабочей поверхностью калибратора рекомендуется использовать кремнийорганическую теплопроводную пасту или жидкость.

Примечание: Допускается проводить поверку термопреобразователя для измерений температуры поверхности в жидкостном термостате сличением с эталонным ТС. Термопреобразователи исполнений ТСМр-Кл3-2; ТСПг-Кл3-2 размещают в климат. камере на расстоянии ($2\pm0,5$) см от эталонного ТС или демонтируют первичный преобразователь температуры из корпуса (Приложение Б) и погружают в жидкостный термостат на одну глубину с эталонным ТС.

9.3 После стабилизации показаний по эталонному СИ проводят измерение.

9.4 Повторяют процедуру для температуры (100 ± 5) °C или верхнего предела диапазона измерений поверяемого термопреобразователя.

9.5 Абсолютную погрешность поверяемого термопреобразователя определяют как разность между значениями поверяемого и эталонного СИ.

9.6 Результат поверки считают положительным, если погрешность находится в пределах, указанных в описании типа.

9.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.7.1 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик термопреобразователей сопротивления TCX_r используют значения абсолютной погрешности, определенные в соответствии с п.п. 9.1-9.6 настоящей методики.

9.7.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам термопреобразователей сопротивления TCX_r, установленным в описании типа.

9.7.3 Если значения абсолютной погрешности во всех контрольных точках, определенные в соответствии с п.п. 9.1-9.6, удовлетворяют требованию пунктов 9.7.1 и 9.7.2, выполнены требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики, то принимают решение о соответствии термопреобразователей сопротивления TCX_r, метрологическим требованиям.

9.7.4 Если хотя бы одно из значений абсолютной погрешности, полученные в соответствии с п.п. 9.1-9.6, не удовлетворяют требованиям пунктов 9.7.1 и 9.7.2 и/или требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики не выполнены, то принимают решение о несоответствии термопреобразователей сопротивления TCX_r, метрологическим требованиям. Выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А). По заявлению владельца термопреобразователей сопротивления TCX_r представившего их на поверку при положительных результатах поверки, выдается свидетельство о поверке установленной формы и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке, удостоверенная оттиском поверительного клейма; при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению, при наличии сведений о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления) и (или) в паспорт.

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ
поверки термопреобразователя сопротивления ТСМр (ТСПр)

№ _____ от «___» ____ 20__ г.

1. Заказ зав. № _____.

2. Термопреобразователь сопротивления _____ исполнение _____ зав. № _____.

3. Диапазон измерений: от ____ °C до ____ °C.

4. Условное обозначение номинальной статической характеристики: _____.

5. Класс допуска: ____.

6. Условия поверки

| | |
|-------------------------------------|--|
| Температура окружающего воздуха, °C | |
| Относительная влажность воздуха, % | |
| Атмосферное давление, кПа | |

7. Средства поверки

| Наименование, тип | Заводской номер | Номер в ФИФЕОИ | № и дата свидетельства о поверке, кем выдано |
|-------------------|-----------------|----------------|----------------------------------------------|
| | | | |
| | | | |

8. Результаты поверки

8.1 Внешний осмотр

| Замечания по внешнему осмотру (указать при наличии) | Наличие маркировки (соответствует/не соответствует ТУ) |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | |

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

| Измеренное сопротивление изоляции, МОм | Минимально допускаемое сопротивление изоляции, МОм |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | |
| | |

8.3 Проверка метрологических характеристик.

| Значение температуры эталонного ТС $t_{\text{эт}}, ^{\circ}\text{C}$ | Значение температуры поверяемого ТС $t_{\text{TC}}, ^{\circ}\text{C}$ | Значение абсолютной погрешности, $\Delta t, ^{\circ}\text{C}$ | Допуск $\Delta t_{\text{доп}}, ^{\circ}\text{C}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| | | | |
| | | | |

9. Выводы:

Термопреобразователь сопротивления _____ зав. № _____ на основании результатов первичной (периодической) поверки признан

(годен/не годен, в случае непригодности к применению указать причину)

Поверка выполнена _____
(знак поверки) (подпись) (Фамилия И.О.) (дата)

Приложение Б

Схема демонтажа первичного преобразователя из корпуса

