

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»



А.В. Косотуров

2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по науке
ФГУП «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ВСТАВКИ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ
ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ТВТ 1001, ТВТ 1002**

Методика поверки

НКГЖ.408717.377МП

г. Москва
2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Вводная часть | 3 |
| 2 Операции поверки..... | 3 |
| 3 Средства поверки | 4 |
| 4 Требования к квалификации поверителей | 7 |
| 5 Требования безопасности..... | 7 |
| 6 Условия поверки | 7 |
| 7 Подготовка к поверке | 8 |
| 8 Проведение поверки | 8 |
| 9 Оформление результатов поверки | 13 |
| Приложение А Коэффициенты функции КВД | 14 |

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вставки термочувствительные для термопреобразователей сопротивления ТВТ 1001, ТВТ 1002 (далее по тексту - ТВТ 1001, ТВТ 1002 или термопреобразователи) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки может быть применена при калибровке ТВТ 1001, ТВТ 1002.

1.3 Интервал между поверками два года, пять лет для диапазона измерений от минус 50 до плюс 300 °С для классов В и С.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 8.1 | Да | Да |
| 2 Проверка электрической прочности изоляции | 8.2 | Да | Нет |
| 3 Проверка электрического сопротивления изоляции | 8.3 | Да | Нет |
| 4 Проверка отклонения сопротивления ТВТ 1001, ТВТ 1002 от НСХ | 8.4.2 | Да | Да |
| 5 Проверка отклонения сопротивления ТВТ 1001, ТВТ 1002 (с нижним пределом диапазона измерений -196 °С) от НСХ при температуре -196 °С | 8.4.3 | Да | Нет |
| 6 Проверка отклонения сопротивления ТВТ 1001, ТВТ 1002 от ИСХ | 8.4.4 | Да | Да |
| 7 Оформление результатов поверки | 9 | Да | Да |

2.2 Методикой поверки не допускается возможность проведения поверки термопреобразователей в сокращенном диапазоне измерений температуры.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

Таблица 2 - Средства поверки

| № | Наименование средства поверки | Номер пункта методики поверки | Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики |
|----------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Основные средства поверки | | | |
| 1 | Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ | 8.4 | № 19973-06 (Диапазон измерений: от 0 до 30 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 6 \cdot 10^{-4}$ Ом. Диапазон измерений: от 0 до 300 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm (1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 1 \cdot 10^{-3})$ Ом) |
| 2 | Термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005/М2 | 8.4 | № 40719-15 (Диапазон измерений: от 0 до 25 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 3 \cdot 10^{-4}$ Ом. Диапазон измерений: от 25 до 100 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 0,0003 \cdot R / 25$ Ом. Диапазон измерений: от 0 до 100 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ Ом. Диапазон измерений: от 100 до 375 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 5 \cdot 10^{-6} \cdot R$ Ом) |
| 3 | Ампулы для реализации реперных точек температурной шкалы в диапазоне от 234,3156 К до 692,677 К (Hg, Ga, In, Sn, Pb, Zn) | 8.4 | № 67974-17 (Ртуть (ТТР-1), приписанное значение температуры $-38,8344$ °С, ПГ: $\pm 4,0$ мК. Галлий (ТПГ-1), приписанное значение температуры $29,7646$ °С, ПГ: $\pm 1,0$ мК. Индий (ТЗИ-1), приписанное значение температуры $156,5985$ °С, ПГ: $\pm 3,0$ мК. Олово (ТЗО-1), приписанное значение температуры $231,928$ °С, ПГ: $\pm 10,0$ мК. Свинец (ТЗС-1), приписанное значение температуры $327,642$ °С, ПГ: $\pm 15,0$ мК). Цинк (ТЗЦ-1), приписанное значение температуры $419,527$ °С, ПГ: $\pm 20,0$ мК) |
| 4 | Ампула тройной точки воды (ТВТ) | 8.4 | Воспроизводимая температура $0,01$ °С, ПГ: $\pm 0,2$ мК |
| 5 | Термостат азотный ТА-200 | 8.4 | Воспроизводимая температура: -196 °С, нестабильность поддержания температуры в термостате: $\pm 0,01$ °С за 10 мин |

| № | Наименование средства поверки | Номер пункта методики поверки | Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики |
|---|---|-------------------------------|---|
| 6 | Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1И» | 8.4 | № 60979-15 (Диапазон воспроизводимых температур: от -45 до +150 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 7 | Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М1И» | 8.4 | № 60979-15 (Диапазон воспроизводимых температур: от +28 до +650 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 8 | Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М2И» | 8.4 | № 60979-15 (Диапазон воспроизводимых температур: от +28 до +650 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 9 | Калибратор температуры жидкостный «ЭЛЕМЕР-ТК-М90» | 8.4 | № 78676-20 (Диапазон воспроизводимых температур: от -42 до +95 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 10 | Калибратор температуры жидкостный «ЭЛЕМЕР-ТК-М150» | 8.4 | № 78676-20 (Диапазон воспроизводимых температур: от -35 до +150 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 11 | Термостат с флюидизированной средой FB-08 | 8.4 | № 56927-14 (Диапазон воспроизводимых температур: от +50 до +600 °С, нестабильность: ±0,01 °С) |
| 12 | Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТСВ-2-2 | 8.4 | № 57690-14 (Диапазон измерений: от -200 до +160 °С, доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений, °С, не более: (от -200 до -50) ±0,03 °С, (от 0 до 50) ±0,01 °С, (от -50 до 0) ±0,02 °С, (от 50 до 160) ±0,02 °С, 0 ±0,01 °С) |
| 13 | Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС-1К | 8.4 | № 73672-18 (Диапазон измерений: от 0,01 до +660,323 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 при температуре, °С, не более: 0,01 ±0,002 °С, 29,7646 ±0,002 °С, 156,5985 ±0,005 °С, 231,928 ±0,005 °С, 419,527 ±0,01 °С, 660,323 ±0,01 °С) |
| Вспомогательные средства поверки (оборудование) | | | |
| 14 | Установка для проверки электрической безопасности GPI-745А | 8.2 | № 46633-11 |
| 15 | Мегаомметр Ф4102/1-1М | 8.3 | № 9225-88 |
| 16 | Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030 | 6 | № 63044-16 |
| 17 | Преобразователи температуры и влажности измерительные РОСА-10 | 6 | № 27728-09 |

| № | Наименование средства поверки | Номер пункта методики поверки | Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики |
|--|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Компьютер | | | |
| 18 | ПК | 8.4 | Персональный компьютер (интерфейс Ethernet; объем оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объем жесткого диска не менее 10 Гбайт; диск-вод для чтения CD-ROM; операционная система Windows) с установленным программным обеспечением |
| 19 | Программное обеспечение (ПО) | 8.4 | АРМ ПТП Настройка ТЦЭ |
| <p>1 Предприятием-изготовителем АСПТ, ТЦЭ-005/М2, ампул для реализации реперных точек температурной шкалы, «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1И», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М1И», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М2И», «ЭЛЕМЕР-ТК-М90», «ЭЛЕМЕР-ТК-М150», ПТСВ-2-2, ЭТС-1К, АИР-20/М2-Н, РОСА-10 является НПП «ЭЛЕМЕР».</p> <p>2 Все перечисленные в таблице 2 средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.</p> <p>3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ТВТ 1001, ТВТ 1002 с требуемой точностью.</p> | | | |

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на ТВТ 1001, ТВТ 1002 и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ (2014));
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации ТВТ 1001, ТВТ 1002.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800);
- внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу ТВТ 1001, ТВТ 1002;
- вибрация, тряска, удары, влияющие на работу ТВТ 1001, ТВТ 1002, должны отсутствовать.

6.2 Средства поверки должны быть защищены от вибраций и ударов, от внешних магнитных и электрических полей.

6.3 Время выдержки ТВТ 1001, ТВТ 1002 во включенном состоянии 30 мин.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационные документы наверяемые ТВТ 1001, ТВТ 1002, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдерживают ТВТ 1001, ТВТ 1002 в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 4 ч;
- подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность, устанавливают правильность маркировки, отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу ТВТ 1001, ТВТ 1002 и на качество поверки.

При наличии дефектов покрытий, влияющих на работоспособность ТВТ 1001, ТВТ 1002, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность дальнейшего применения ТВТ 1001, ТВТ 1002.

8.1.2 У каждого ТВТ 1001, ТВТ 1002 проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если отсутствуют механические повреждения, маркировка и комплектность соответствуют требованиям эксплуатационной документации, в наличии имеется паспорт с отметкой ОТК.

8.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции производят с помощью установки для проверки электрической безопасности GPI-745A (далее - установка), позволяющей поднимать напряжение равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения, в следующей последовательности:

- 1) подключают установку к ТВТ 1001, ТВТ 1002 согласно руководству по эксплуатации;
- 2) заземляют используемые приборы;
- 3) подготавливают ТВТ 1001, ТВТ 1002 и установку в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают установку;

4) подают испытательное напряжение практически синусоидальной формы 250 В (500 В для ТВТ 1001Ех, ТВТ 1002Ех) частотой 50 Гц между объединенными клеммами ТВТ 1001, ТВТ 1002 и корпусом при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С и относительной влажности от 30 до 80 % в соответствии с руководством по эксплуатации.

Испытательное напряжение следует повышать, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное напряжение цепи, до испытательного в течение не более 30 с.

Погрешность измерения испытательного напряжения не должна превышать $\pm 5\%$.

5) Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин.

6) Затем напряжение снижают до нуля или значения, не превышающего номинальное, после чего установку отключают.

Результаты считают положительными, если не произошло пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции производят с помощью мегаомметра Ф4102/1-1М в следующей последовательности:

1) подключают мегаомметр к ТВТ 1001, ТВТ 1002 согласно их руководствам по эксплуатации;

2) заземляют используемые приборы;

3) подготавливают ТВТ 1001, ТВТ 1002 и мегаомметр в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают мегаомметр;

4) подают испытательное напряжение значением 100 В между объединенными клеммами ТВТ 1001, ТВТ 1002 и корпусом в соответствии с руководством по эксплуатации. Показания снимают в течение 10 с после подачи напряжения.

Результаты считают положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 100 МОм.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 При поверке ТВТ 1001, ТВТ 1002 с помощью термостата или калибратора помещают ТВТ 1001, ТВТ 1002 в калибратор или термостат на глубину не менее 160 мм, если калибратор или термостат – сухоблочный, и на глубину не менее 100 мм, если калибратор или термостат – жидкостный.

При поверке ТВТ 1001, ТВТ 1002 с длиной монтажной части от 60 до 120 мм помещают ТВТ 1001, ТВТ 1002 в калибратор температуры жидкостный или в термостат с флюидизированной средой FB-08 с помощью приспособления для крепления ТС на длину не менее минимальной длины погружения эталонного термометра.

8.4.2 Определение отклонения от НСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002

8.4.2.1 Определение отклонения от НСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002 проводится по методике, приведенной в ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

8.4.3 Определение отклонения от НСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002 (с нижним пределом диапазона измерений минус 196 °С) от НСХ при температуре минус 196 °С

8.4.3.1 Сличение с эталонным термометром при температуре минус 196 °С проводят в термостате азотном ТА-200 в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации термостата.

8.4.3.2 Подключают эталонный термометр ПТСВ к АСПТ и устанавливают его в термостат на глубину погружения, указанную в руководстве по эксплуатации НКГЖ.408717.003РЭ.

8.4.3.3 Подключают ТВТ 1001, ТВТ 1002 к АСПТ и устанавливают в термостат с помощью приспособления для крепления ТС на длину не менее минимальной длины погружения эталонного термометра.

8.4.3.4 Включают термостат и устанавливают заданную температуру.

8.4.3.5 После выхода термостата на заданный режим, выдерживают эталонный термометр и поверяемый ТВТ 1001, ТВТ 1002 от 15 мин до 20 мин до момента достижения стабильного состояния (допустимый дрейф 0,02 °С), после чего в течение 8 мин производят измерения сопротивления R поверяемых ТВТ 1001, ТВТ 1002 и отклонение в градусах Цельсия от значения эталонного термометра ПТСВ ΔT . Измеренные значения сопротивления R и ΔT должны находиться в допуске для заданного класса.

8.4.3.6 Подключение поверяемых и эталонного термопреобразователей к неавтоматизированным измерительным установкам, автономным прецизионным измерителям температуры или сопротивления и измерения производят в соответствии с инструкциями их эксплуатации и п. 10.3.1, п. 10.3.2 ГОСТ 8.461-2009.

8.4.3.7 Критерий годности ТС – в соответствии с п. 10.3.5 ГОСТ 8.461-2009.

8.4.4 Определение отклонения от ИСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002

8.4.4.1 Измеряют сопротивление ТВТ 1001, ТВТ 1002 в ампуле тройной точки воды или в жидкостном термостате (калибраторе) и вычисляют его отклонение от значения, указанного в паспорте, в температурном эквиваленте ΔT_0 по формуле

$$\Delta T_0 = \frac{(R_{0H} - R_0)}{A \cdot R_0}, \quad (8.1)$$

где R_0 , A - коэффициенты функции Каллендара-Ван Дюзена (КВД), указанные в паспорте; R_{0H} определяют по формуле

$$R_{0H} = \frac{R_T}{1 + A \cdot T}, \quad (8.2)$$

где R_T - сопротивление термометра в ампуле тройной точки воды или в калибраторе, Ом.
 T - температура тройной точки воды или в калибраторе, °С.

8.4.4.2 Если значение ΔT_0 не превышает пределов допускаемого отклонения от ИСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002, то проводят градуировку и вычисляют новые значения коэффициентов функции КВД в соответствии с Приложением А ГОСТ 8.461-2009, при этом количество точек градуировки не менее трех.

8.4.4.3 Если значение ΔT_0 превышает пределы допускаемого отклонения от ИСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002, то ТВТ 1001, ТВТ 1002 помещают в калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», температуру в калибраторе устанавливают на (10 ± 2) °С выше верхнего предела измерений ТВТ 1001, ТВТ 1002.

Выдерживают ТВТ 1001, ТВТ 1002 в калибраторе в течение 5 ч.

Извлекают ТВТ 1001, ТВТ 1002 из калибратора и выдерживают при температуре (23 ± 3) °С в течение не менее 1 ч.

Измеряют сопротивление ТВТ 1001, ТВТ 1002 R_T в тройной точке воды или в калибраторе и вычисляют отклонение в температурном эквиваленте ΔT_0 по формуле

$$\Delta T_0 = \frac{(R_{0K} - R_{0H})}{A \cdot R_0}, \quad (8.3)$$

R_{0K} определяют по формуле

$$R_{0K} = \frac{R_T}{1 + A \cdot T}. \quad (8.4)$$

Если значение ΔT_0 не превышает 0,5 предела допускаемого отклонения от ИСХ ТВТ 1001, ТВТ 1002, то проводят градуировку и вычисляют новые значения коэффициентов функции КВД в соответствии с Приложением А ГОСТ 8.461-2009, при этом количество точек градуировки не менее трех.

Если значение ΔT_0 превышает 0,5 предела допускаемого отклонения от ИСХ ТС, то ТВТ 1001, ТВТ 1002 бракуют.

Значения коэффициентов функции КВД заносят в рекомендуемую таблицу А.1 приложения А и в раздел 8 паспорта.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в Паспорт и руководство по эксплуатации средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

9.2 При отрицательных результатах поверки ТВТ 1001, ТВТ 1002 не допускаются к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения.

После устранения обнаруженных неисправностей проводят повторную поверку, результаты повторной поверки - окончательные.

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

Разработчики настоящей методики:

Начальник ОС и ТД
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»



Л.И. Толбина

Начальник отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Приложение А
Коэффициенты функции КВД

Таблица А.1 - Коэффициенты функции КВД

| КВД | Коэффициенты в функции КВД | | | | Подпись поверителя | Дата (год, число, месяц) |
|-----|----------------------------|---|---|---|--------------------|--------------------------|
| | R0 | A | B | C | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |