

**СОГЛАСОВАНО**

Зам. директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин  
«08» ноября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Термопреобразователи с унифицированным выходным  
сигналом серии МВТ  
(модели 3560, 5113, 5116, 5252, 5410, 5560)**

**МП 207-062-2021**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

## Общие положения

Настоящая методика распространяется на Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом серии МВТ (модели 3560, 5113, 5116, 5252, 5410, 5560) (далее по тексту – термопреобразователи или ТС), изготовленные фирмами Danfoss A/S, Дания и Danfoss (Tianjin) Ltd., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Термопреобразователи предназначены для измерений и контроля температуры газообразных, жидких и сыпучих сред (как нейтральных, так и агрессивных), а также для измерений температуры внутри твердых тел.

Поверка ТС проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром.

Поверяемые термопреобразователи должны иметь прослеживаемость к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры».

## 1 Перечень операций поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений			
2.2 Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	Да	Нет
2.3 Проверка работоспособности	7.3	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да

Примечания:  
1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;  
2) проведение поверки в сокращенном объеме не предусмотрено.

## 2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 При проведении поверки приборов применяют средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 2.

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Опробование средства измерений		
Измеритель силы постоянного тока (для приборов с выходным унифицированным сигналом)	Диапазон измерения силы постоянного тока: от 4 до 20 мА $\Delta = \pm 5$ мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Рег.

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
постоянного тока 4–20 мА)		№ 52489-13)
Измеритель постоянного электрического напряжения (для приборов с выходным унифицированным сигналом пропорциональным напряжению питания)	Диапазон измерения напряжения постоянного тока: от 0 до 8 В $\delta = \pm 0,03\%$	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Пер. № 52489-13)
Измеритель сопротивления изоляции	Тестовое напряжение: 100 В, 500 В. Диапазон измерений сопротивления: от 2 до 20 МОм	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 56407-14)
Источник питания постоянного тока	Напряжение питания постоянного тока: от 4,75 до 35 В	Источник питания постоянного тока АКПП - 1103А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 71239-18)
Определение метрологических характеристик средства измерений		
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) и др.
Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018г. № 2091 (для приборов с выходным унифицированным сигналом постоянного тока 4–20 мА)	Диапазон измерения силы постоянного тока: от 4 до 20 мА $\Delta = \pm 5$ мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Пер. № 52489-13)
Эталон единицы постоянного электрического напряжения	Диапазон измерения напряжения постоянного	Калибратор многофункциональный

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019г. №3457 (для приборов с выходным унифицированным сигналом пропорциональным напряжению питания)	тока: от 0 до 8 В $\delta = \pm 0,03\%$	и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13)
Термостаты жидкостные	Диапазон воспроизводимых температур от -50 до +300 °С, нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07), термостат жидкостной «ТЕРМОТЕСТ-300» (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25190-03) и др.
Калибраторы температуры сухоблочные	Диапазон воспроизводимых температур от -50 до +600 °С Нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры JOFRA серий ATC-R и RTC-R (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46576-11) и др.
Источник питания постоянного тока	Напряжение питания постоянного тока: от 4,75 до 35 В	Источник питания постоянного тока АКИП - 1103А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 71239-18)
Измеритель напряжения постоянного тока (для приборов с выходным унифицированным сигналом пропорциональным напряжению питания)	Диапазон измерения напряжения постоянного тока: от 4 до 8 В $\delta = \pm 0,03\%$	Мультиметр цифровой 34450А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 72880-18)
<b>Контроль условий проведения поверки</b>		
Измерители комбинированные температуры и влажности окружающего воздуха	Диапазон измерения окружающей температуры: от плюс 15 до плюс 25	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2,

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	°С, ( $\Delta = \pm 0,5$ °С (не более)); Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 30 до 80 %, $\Delta = \pm 3$ % (не более).	Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
Измерители атмосферного давления	Диапазон измерений атмосферного давления: от 86 до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 5$ гПа (не более).	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
<p><sup>1)</sup> Допускается применение других средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью;</p> <p><sup>2)</sup> Применяемые средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) поверительные клейма, эталоны должны быть аттестованы.</p>		

### 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка термопреобразователей 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 руководством по эксплуатации и освоившими работу с ТС.

### 4. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)»;
  - указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;
  - указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на поверяемые приборы.

### 5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +20 до +30;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7.

### 6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки термопреобразователя эксплуатационной документации на него;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого прибора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Термопреобразователь, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **7.1 Подготовка термопреобразователя к поверке**

Термопреобразователь перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 20 до 30 °С не менее 30 минут.

### **7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции**

7.2.1 Электрическое сопротивление изоляции термопреобразователей определяют с помощью измерителя сопротивления изоляции АРРА 607 с тестовым напряжением постоянного тока 500 В.

7.2.2 Тестовое напряжение поочередно прикладывают между выходными клеммами/кабелями термопреобразователя с одной стороны и корпусом термопреобразователя с другой стороны.

7.2.3 Результат опробования считается положительными, если сопротивление изоляции термопреобразователя не менее 100 МОм

### **7.3 Проверка работоспособности**

Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), к соответствующим клеммам измерительного преобразователя (далее по тексту – ИП) термопреобразователя.

После стабилизации показаний поверяемого термопреобразователя, снимают их при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R)

Термопреобразователь считается пригодным к дальнейшей поверке, если на дисплее считывающего прибора индицируется значение выходного сигнала в температурном эквиваленте, рассчитанное по формуле 2 или 3 (в зависимости от типа выходного сигнала), близко к значению температуры окружающей среды.

## **8 Определение метрологических характеристик средства измерений**

8.1 Метрологические характеристики определяют в пяти контрольных точках, соответствующих 0, 25, 50, 75, 100 % диапазона изменения выходного сигнала ИП. В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %. Основную погрешность термопреобразователей определяют методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах) или в сухоблочных калибраторах температуры.

8.2 При поверке в криостате (термостате) поверяемый термопреобразователь погружают на одну глубину в криостат (термостат) вместе с эталонным термометром, используя при необходимости металлические выравнивающие блоки. При этом, эталонный термометр должен быть погружен на свою нормируемую глубину погружения.

8.3 При поверке термопреобразователя в сухоблочном калибраторе, поверяемый термопреобразователь и эталонный термометр помещают в отверстия соответствующего диаметра (кольцевой зазор между внешней оболочкой термометров и внутренними стенками блока – не более 0,1 мм) блока сравнения и опускают до упора в дно блока. При этом, необходимо не допускать перегрева соединительной головки термопреобразователя. Выступающие металлические части поверяемого ТС и эталона необходимо теплоизолировать для уменьшения влияния теплоотвода.

8.4 В соответствии с руководством по эксплуатации к ИП поверяемого термопреобразователя подключают источник питания постоянного тока и измеритель силы постоянного тока или постоянного напряжения (в зависимости от типа выходного сигнала).

8.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате (термостате) или в калибраторе требуемую температурную точку.

8.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, термопреобразователем и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и термопреобразователя) снимают не менее 10 показаний температуры эталонного термометра  $t_3$  и аналогового сигнала ( $I_{изм}$  или  $U_{изм}$ ) поверяемого термопреобразователя. При поверке термопреобразователей с выходным сигналом пропорциональным напряжению питания, также контролируют значение напряжения питания.

## 9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Рассчитывают основную абсолютную погрешность ( $\Delta_{абс}$ , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta_{абс} = t_{изм} - t_3 \quad (1)$$

где:  $t_3$  – среднее значение температуры, измеренное эталонным термометром, °C;  
 $t_{изм}$  – среднее значение измеренного выходного сигнала в температурном эквиваленте (°C), определяемое по формулам 2 или 3:

$$t_{изм} = t_{вх\ min} + \frac{I_{изм} - I_{вых\ min}}{I_{вых\ max} - I_{вых\ min}} \cdot (t_{вх\ max} - t_{вх\ min}) \quad (2)$$

где:  $t_{вх\ max}$ ,  $t_{вх\ min}$  – соответственно верхний и нижний пределы настроенного интервала выходных сигналов ИП в температурном эквиваленте, (°C);

$I_{вых\ max}$ ,  $I_{вых\ min}$  – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона выходных сигналов поверяемого прибора, мА;

$I_{изм}$  – среднее значение измеренного выходного сигнала, мА.

$$t_{изм} = t_{вх\ min} + \frac{U_{изм} - U_{вых\ min}}{U_{вых\ max} - U_{вых\ min}} \cdot (t_{вх\ max} - t_{вх\ min}) \quad (3)$$

где:  $t_{вх\ max}$ ,  $t_{вх\ min}$  – соответственно верхний и нижний пределы настроенного интервала выходных сигналов ИП, (°C);

$U_{вых\ max}$ ,  $U_{вых\ min}$  – верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов поверяемого прибора, соответствующие 10 и 90 % от значения напряжения питания ИП, В;

$U_{изм}$  – среднее значение измеренного выходного сигнала, В.

9.2 Полученные значения основной абсолютной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки термопреобразователей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 Термопреобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты проведения поверки.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о непригодности, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты проведения поверки.

Разработал:

Начальник отдела 207  
ФГУП «ВНИИМС»

Ведущий инженер отдела 207  
метрологического обеспечения термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов



П.В. Сухов



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 - Метрологические характеристики термопреобразователей

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры <sup>1)</sup> , °С: - для термопреобразователей моделей 3560, 5560 - для термопреобразователей модели 5113 - для термопреобразователей модели 5116 - для термопреобразователей модели 5252 - для термопреобразователей модели 5410	от -50 до +200 от 0 до +600 от -50 до +600 от 0 до +400 от -50 до +100
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования (НСХ) ЧЭ по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60571) и по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1):	Pt100, Pt1000, К
Класс допуска ЧЭ:	1/6 DIN B <sup>2)</sup> , AA (1/3 DIN B) <sup>2)</sup> , B, 2 <sup>3)</sup>
Допуск ЧЭ, °С: - для класса 1/6 DIN B - для класса AA (1/3 DIN B) - для класса B	$\pm(0,05 + 0,0008 \cdot  t ^{4})$ $\pm(0,1 + 0,0017 \cdot  t )$ $\pm(0,3 + 0,005 \cdot  t )$
Пределы допускаемого отклонения ТЭДС ЧЭ от НСХ, °С: - в диапазоне от 0 до +333 °С включ. - в диапазоне св. +333 до +600 °С	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИП типа МВТ 9110 (при +25 °С), °С	$\pm(0,3 + 0,001 \cdot  t_{\max} - t_{\min} ^{5})$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИП термопреобразователей моделей 3560, 5560 (при +25 °С) <sup>6)</sup> , °С	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопар ( $\Delta_x$ ) ИП, °С	$\pm 1$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности ИП, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от +25 °С на 1 °С, % (от диапазона измерений)	$\pm 0,01$
Примечания: 1) – в зависимости от модели термопреобразователя 2) – только для модели 5252 3) – для НСХ типа «К» 4) – модуль значения измеряемой температуры 5) - $t_{\max}$ и $t_{\min}$ соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры 6) – Пределы допускаемой основной абсолютной (суммарной) погрешности термопреобразователя ( $\Delta$ , °С) вычисляются по формуле: $\Delta = \sqrt{\Delta_{\text{ип}}^2 + \Delta_{\text{чэ}}^2}$ , где: $\Delta_{\text{ип}}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИП, °С; $\Delta_{\text{чэ}}$ – пределы допускаемого отклонения ЧЭ от НСХ (допуск), °С.	