

**СОГЛАСОВАНО**

Первый заместитель директора по науке  
ФГУП «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин  
«12» 07 2021 г.

Заместитель директора по инновациям  
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов  
«12» 07 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы непрерывного измерения температуры  
расплавов металлов NFC-IV**

**МП 207-025-2021**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

## Общие положения

Настоящая методика распространяется на системы непрерывного измерения температуры расплавов металлов HFC-IV (далее – системы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Метрологические характеристики систем в зависимости от модели приведены в Приложении 1.

Поверка систем проводится методом прямых измерений с использованием эталонных излучателей в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ).

Прослеживаемость поверяемых систем к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

## 1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные 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. Опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
3.1 Определение абсолютной погрешности измерения радиационной температуры	8.1	Да	Да
3.2 Определение абсолютной погрешности цифро-аналогового преобразования (в температурном эквиваленте)	8.2	Да	Да
Примечания: при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается			

## 2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы температуры 1-го по ГОСТ 8.558-2009	Диапазон воспроизводимых температур от плюс 900 до плюс 1400 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более: $\delta = 2,3 \dots 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500 (Регистрационный № 38818-08), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300 (Регистрационный № 56559-14) и др.

<p>Контроль условий проведений поверки</p>	<p>Рабочий эталон единицы температуры 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009</p>	<p>Диапазон измеряемых температур от плюс 900 до плюс 1400 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более: <math>\delta = 2,3 \dots 3,5</math> °С</p>	<p>Пирометры инфракрасные</p>
	<p>Рабочий эталон 0-го разряда по ГОСТ 8.558-2009</p>	<p>Диапазон воспроизводимых температур св. плюс 1400 до плюс 1650 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более: <math>\delta = 1,4 \dots 1,65</math> °С</p>	<p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ</p>
	<p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091</p>	<p>Диапазон измерений от 4 до 20 мА, <math>\Delta = \pm 3</math> мкА</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13) и др.</p>
	<p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457</p>	<p>Диапазон измерений от 0 до 5 В, <math>\Delta = \pm 5</math> мкВ</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13) и др.</p>
		<p>Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °С (<math>\Delta = \pm 0,5</math> °С (не более)), относительной</p>	<p>Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.</p>



		<p>влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % (<math>\Delta = \pm 3</math> % (не более))</p> <p>Измерение атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа (<math>\Delta = \pm 5</math> гПа (не более))</p>	<p>Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.</p>
--	--	--	--

Примечания:

1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, испытательное оборудование должно быть аттестовано;
2. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны соответствовать требованиям Положения об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734;
3. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

### 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка систем должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с системами.

### 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 (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

### 5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- 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 компонентов систем эксплуатационной документации на него;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании;
- отсутствие внешних повреждений компонентов поверяемой системы, которые могут повлиять на ее метрологические характеристики.

Система, не отвечающая перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

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

### **7.1 Подготовка системы к поверке**

7.1.1 Все компоненты поверяемой системы перед проведением поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С не менее 30 минут.

7.1.2 Подключить все компоненты системы в следующем порядке в соответствии с Руководством по эксплуатации на систему.

7.1.3 Включить питание блока процессора и большого дисплея.

### **7.2 Опробование средства измерений**

При включении питания блока процессора и большого дисплея, на дисплее должна высветиться системная информация, после чего должно произойти отображение значения измеряемой температуры, равное «0», что свидетельствует о корректном подключении компонентов системы.

Результаты опробования считаются положительными, если после включения питания на дисплее отображается «0». В случае отображения ошибки, дальнейшую поверку не проводят до ее устранения (в соответствии с Руководством по эксплуатации на систему).

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

### **8.1 Определение погрешности измерения радиационной температуры**

Перед определением погрешности измерения радиационной температуры необходимо закрепить на штативе детектор системы, так, чтобы направление его оптической оси совпадало с оптической осью эталонного излучателя.

Измерения проводятся на расстоянии от 0,5 до 0,8 м между источником излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ) и объективом детектора системы.

Определение погрешности систем проводят не менее, чем в пяти точках диапазона измерений температур системы (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Результаты измерений снимают с дисплея процессора. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя  $t_{\text{ср}}^t$  (°С).

### **8.2 Определение абсолютной погрешности цифро-аналогового преобразования (в температурном эквиваленте)**

8.2.1 Погрешность определяют не менее, чем в трех контрольных точках настроенного диапазона измерений (от плюс 1400 до плюс 1600 °С), включая нижний и верхний пределы.

8.2.2 Подключают коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) к соответствующим клеммам, находящимся внутри корпуса блока процессора (в соответствии с Руководством по эксплуатации).

8.2.3 Включают АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и устанавливают требуемую температуру, соответствующую нижней границе настроенного диапазона измерений температуры.

8.2.4 Наводят объектив детектора на излучающую поверхность АЧТ и при достижении заданного режима АЧТ измеряют температуру поверхности АЧТ, фиксируя при этом показания с коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R) в форме унифицированного аналогового выходного сигнала постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА или напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 5 В. Проводится серия из 5-ти измерений и рассчитывается среднее арифметическое значение.

8.2.5 Операции по п.п. 8.2.2-8.2.4 повторяют для остальных контрольных точек.



## 9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении погрешности измерения радиационной температуры

9.1.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta t$  рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где  $t_{cp}^t$  – среднее арифметическое значение измеренной температуры,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{cp}$  – среднее арифметическое значение температуры эталонного (образцового) излучателя,  $^\circ\text{C}$ .

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (1), не превышает значений, приведенных в Приложении 1.

*Примечание:*

В случае если по результатам измерений выявлено превышение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения радиационной температуры, допускается проводить настройку в соответствии с инструкцией, полученной от представителя фирмы-изготовителя, после чего повторяют операции по п. 8.1.

9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении абсолютной погрешности цифро-аналогового преобразования (в температурном эквиваленте)

Рассчитывают основную абсолютную погрешность для каждой контрольной точки по формуле 2:

$$\Delta_{abc} = X_{изм} - X_э \quad (2)$$

где:  $X_э$  – среднее арифметическое значение температуры эталонного (образцового) излучателя,  $^\circ\text{C}$ ;

$X_{изм}$  – среднее арифметическое значение измеренной температуры,  $^\circ\text{C}$ , определяемое по формуле 3:

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

где:  $X_{вх\ max}$ ,  $X_{вх\ min}$  – соответственно верхний и нижний пределы настроенного интервала входных сигналов поверяемого прибора, ( $^\circ\text{C}$ );

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

$I_{изм}$  – значение измеренного выходного сигнала, мА (или В).

## 10 Оформление результатов поверки

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

10.2 Системы, 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.

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.

Начальник отдела 207  
метрологического обеспечения термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207  
метрологического обеспечения термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
М.В. Константинов

Начальник отдела испытаний  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
А.Н. Шобина

Ведущий инженер отдела  
М-4 ФГУП «ВНИИОФИ»

  
М.Л. Самойлов

## Метрологические характеристики систем непрерывного измерения температуры расплавов металлов HFC-IV

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от +900 до +1650
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C - в диапазоне измерений от +900 до +1400 °C вкл. - в диапазоне измерений св. +1400 °C	±6 ±3
Диапазон выходного аналогового сигнала	от 4 до 20 мА от 1 до 5 В (соответствует диапазону измерений от +1400 °C до +1600 °C)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности цифро-аналогово преобразования (в температурном эквиваленте), °C	±1
Разрешающая способность ЖК-дисплея, °C	1