

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин
03 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Излучатели в виде модели абсолютно черного тела
АЧТ 75/50/600**

МП 207-010-2023

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600 (далее – излучатели или АЧТ) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверка излучателей проводится при помощи эталонных пирометров методом прямых измерений.

Прослеживаемость поверяемых излучателей 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».

1 Перечень операций поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок 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. Проверка электрической прочности изоляции	8	Да	Нет
4. Проверка электрического сопротивления изоляции	9	Да	Нет
5. Определение геометрических размеров полости излучателя	10	Да	Нет
6. Определение метрологических характеристик средства измерений	11	Да	Да
6.1 Определение времени выхода излучателя на режим, определение дрейфа температуры излучателя и времени перехода излучателя с одного режима на другой	11.1	Да	Да
6.2 Определение нестабильности поддержания температуры излучателя в стационарном режиме	11.2	Да	Да
6.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры	11.3	Да	Да
7. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	12	Да	Да
8. Оформление результатов поверки	13	Да	Да
Примечание: Проведение поверки в сокращенном диапазоне воспроизведения температуры - не допускается.			

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 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
Проверка электрической прочности изоляции	Установка для проверки параметров электрической безопасности	Испытательное напряжение переменного тока до 1500 В	Установки для проверки параметров электрической безопасности GPT-79801, GPT-79802, GPT-79803, GPT-79804 (Регистрационный № 50682-12) и др.
Проверка электрического сопротивления изоляции	Мегаомметр	Диапазон измерений сопротивления изоляции от 0 до 150 МОм	Мегаомметры ЭС0210, ЭС0210-Г (Регистрационный № 66449-17) и др.
Определение геометрических размеров полости излучателя	Рулетка измерительная или линейка	Диапазон измерений длины от 0 до 1 м (500 мм), цена деления 1 мм	Рулетки измерительные металлические торговой марки «Калиброн» (Регистрационный № 71665-18) и др.
Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 Секундомер	Диапазон измерений температуры от плюс 50 до плюс 600 °С Измерение интервалов времени в диапазоне от 0 до 1 ч	Пирометр инфракрасный TRT II из состава эталона 1-ого разряда, рег. № 3.1.ZZM.0271.2015 и др. Секундомеры электронные «Интеграл С-01» (Регистрационный № 44154-20) и др.
Контроль условий проведения поверки		Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °С ($\Delta = \pm 0,5$ °С (не более)), относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % ($\Delta = \pm 3$ % (не более)) Измерение атмосферного давления в диапазоне от 84 кПа до 106,7 кПа ($\Delta = \pm 5$ гПа (не более))	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др. Измерители давления Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
<p>Примечания:</p> <p>1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, 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 поверяемых СИ с требуемой точностью</p>			

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка излучателей 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 излучателями.

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)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 № 903Н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации излучателей.

5 Требования к условиям проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 20 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие комплектности, маркировки требованиям руководства по эксплуатации на излучатель;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого АЧТ, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

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

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка излучателя к поверке

7.1.1 Излучатель перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С не менее 30 минут, после чего включить.

7.2 Опробование средства измерений и проверка работы излучателя в соответствии с руководством по эксплуатации.

Излучатели, у которых при опробовании обнаружена неисправность, к дальнейшей поверке не допускаются.

8 Проверка электрической прочности изоляции

8.1 Проверку электрической прочности изоляции проводить с помощью установки для проверки параметров электрической безопасности между замкнутыми контактами кабеля сетевого питания и зажимом заземления, расположенном на корпусе излучателя, при включенном выключателе «СЕТЬ».

8.2 Испытательное напряжение прикладывать между замкнутыми контактами кабеля сетевого питания и зажимом заземления излучателя плавно или ступенями. Излучатель выдержать под испытательным напряжением 1500 В в течение 1 минуты.

8.3 Результат проверки считается удовлетворительным, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

9 Проверка электрического сопротивления изоляции

9.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводить при отключенном электропитании между замкнутыми контактами кабеля сетевого питания и зажимом заземления, расположенном на корпусе излучателя, при включенном выключателе «СЕТЬ».

9.2 Измерение сопротивления проводить с помощью мегаомметра при напряжении 500 В.

9.3 Результат проверки считается удовлетворительным, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

10 Определение геометрических размеров полости излучателя

10.1 Диаметр выходного отверстия и глубину полости излучателя определить с помощью рулетки или другого средства измерений линейных размеров.

10.2 Отклонения измеренных значений от приведенных в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений не должны превышать:

- диаметр выходного отверстия, мм 75 ± 4 ;
- глубина полости излучателя, мм 320 ± 16 .

10.3 Излучатели, не удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям, к проведению дальнейшей поверки не допускаются.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 *Определение времени выхода излучателя на режим, определение дрейфа температуры излучателя и времени перехода излучателя с одного режима на другой*

11.1.1 Время выхода излучателя на режим, дрейф температуры излучателя и время перехода излучателя с одного режима на другой определить путем измерения его температуры эталонным пирометром 1-го разряда.

11.1.2 Включить излучатель и задать температуру уставки плюс 50 °С, соответствующую нижнему пределу температурного диапазона излучателя.

11.1.3 Установить в меню настроек эталонного пирометра значение коэффициента излучательной способности равное 1,00. По истечении времени выхода на заданный стационарный режим (не более 30 минут), в течение 15 минут через каждые 10-15 секунд фиксировать значение температуры по показаниям индикатора пирометра с точностью до 0,01 °С или запустить режим записи пирометра (при наличии такой возможности).

11.1.4 Повторить операции по п. 11.1.3 для температурного режима плюс 300 °С, при этом, необходимо проверить время перехода излучателя с одного стационарного режима на другой, которое не должно превышать 30 минут.

11.1.5 Время выхода на стационарный режим и дрейф температуры на верхнем пределе температурного диапазона (плюс 600 °С) определить по п. 11.1.3, при исходной температуре излучателя плюс (20±5) °С.

11.2 *Определение нестабильности поддержания температуры излучателя в*

стационарном режиме

11.2.1 Определение нестабильности поддержания температуры излучателя в стационарном режиме проводить при температурах плюс 50 °С, плюс 300 °С и плюс 600 °С.

11.2.2 Вывести излучатель на требуемый стационарный режим, соответствующий первой контрольной точке.

11.2.3 После выхода излучателя на стационарный режим в течение 15 минут через каждые 10-15 секунд фиксировать значение температуры по показаниям индикатора пирометра с точностью до 0,01 °С или запустить режим записи пирометра (при наличии такой возможности).

11.3 *Определение доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры*

11.3.1 Определение поправок к показаниям излучателя.

11.3.1.1 Перед определением доверительной погрешности излучателя необходимо определить поправки к показаниям излучателя и зависимость поправки от места визирования.

11.3.1.2 Перед определением поправок к показаниям излучателя во всем температурном диапазоне для определения необходимости выполнения калибровки излучателя следует определить поправки в следующих температурных точках: плюс 50 °С, плюс 300 °С и плюс 600 °С.

11.3.1.3 Поправки к показаниям излучателя определить путем измерения температуры эталонным пирометром 1-го разряда. Регистрировать показания температуры, измеренные эталонным пирометром, и показания температуры излучателя. Измерения повторить 5 раз.

11.3.1.4 Вычислить среднее арифметическое значение температуры эталонного пирометра и излучателя по формуле (1). Поправку определить как разность средних арифметических показаний эталонного пирометра и излучателя.

11.3.1.5 Если значение полученных поправок к показаниям излучателя в любой из трех точек (плюс 50 °С, плюс 300 °С, плюс 600 °С) не превышает нормированного значения доверительных границ абсолютной погрешности излучателя ($\pm(i+0,004 \cdot t_{\text{уст}})$ °С), калибровку выполнять не требуется, а следует определить поправки к показаниям излучателя в оставшихся точках температурного диапазона (плюс 100 °С, плюс 200 °С, плюс 400 °С, плюс 500 °С) с последующим подтверждением соответствия излучателя метрологическим требованиям по 12-му разделу настоящей методики.

11.3.1.6 Если значение полученной поправки в любой из трех точек (плюс 50 °С, плюс 300 °С, 600 °С) превышает нормированное значение доверительных границ абсолютной погрешности излучателя не более, чем вдвое, необходимо выполнить калибровку излучателя в соответствии с пунктом 3.3 «Работа в режиме настройки» документа МКСН.065142.004 РЭ. После выполнения калибровки следует определить поправки к показаниям излучателя во всем температурном диапазоне (плюс 50 °С, плюс 100 °С, плюс 200 °С, плюс 300 °С, плюс 400 °С, плюс 500 °С, плюс 600 °С) с последующим подтверждением соответствия излучателя метрологическим требованиям по 12-му разделу настоящей методики.

11.3.1.7 Если значение полученных поправок к показаниям излучателя в любой из трех точек (плюс 50 °С, плюс 300 °С, 600 °С) превышает удвоенное нормированное значение доверительных границ абсолютной погрешности излучателя, необходимо обратиться на предприятие-изготовитель.

11.3.1.8 Зависимость поправки от места визирования определить в пяти точках по дну излучающей полости (центр, левый, правый, верхний и нижний края дна полости) во всем температурном диапазоне излучателя в точках: плюс 50 °С, плюс 100 °С, плюс 200 °С, плюс 300 °С, плюс 400 °С, плюс 500 °С, плюс 600 °С.

11.3.1.9 Зависимость поправки от места визирования определить как максимальное отклонение (по абсолютной величине) значений поправок по поверхности дна излучающей полости от их среднего значения.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении времени выхода излучателя на режим, определение дрейфа температуры излучателя и времени перехода излучателя с одного режима на другой

12.1.1 Определить по формуле (1) среднее арифметическое значение температуры (\bar{T}) по результатам измерений в течение первых пяти минут, вторых пяти минут и третьих пяти минут.

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (1)$$

где: T_i – i -тое значение измеренной температуры, °С;

n – число измерений.

12.1.2 Дрейф температуры излучателя, определяется как максимальная (по абсолютному значению) разность между рассчитанными средними арифметическими значениями температуры ($\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3$) по результатам измерений в течение первых пяти минут, вторых пяти минут и третьих пяти минут.

12.1.3 Результат проверки считается положительным, если время выхода на стационарный режим и время перехода с одного режима на другой, а также дрейф температуры не превышают значений, указанных соответственно в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений:

Наименование характеристики	Значение
Время выхода излучателя с температуры плюс (20 ± 5) °С на указанный стационарный режим, мин, не более:	
- плюс 50 °С	30
- плюс 600 °С	60
Дрейф температуры излучателя за 15 мин. для стационарного режима поддержания температуры, °С, не более	$\pm 0,1$

12.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении нестабильности поддержания температуры излучателя

12.2.1 Рассчитать среднее арифметическое значение температуры (\bar{T}) за 15 минут измерений по формуле (2) и среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) текущего значения температуры S по формуле (3):

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad (3)$$

где: T_i – i -тое значение измеренной температуры, °С;

n – число измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если удвоенное рассчитанное значение СКО в каждой контрольной точке не превышает значения нестабильности поддержания температуры в поверяемом излучателе, приведенного в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений ($\pm 0,1$ °С).

12.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении доверительной погрешности воспроизводимой температуры

12.3.1 По результатам измерений при определении поправки рассчитать доверительные границы случайной погрешности $\Delta_{сл}$ по формуле (5). При этом, среднеквадратичное отклонение результата измерений $S(T)$ рассчитать по формуле (4):

$$S(\bar{T}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (4)$$

где: n – число измерений;

T_i – i -тое значение измеренной температуры, °C;

\bar{T} – среднее арифметическое значение результатов измерения температуры, °C.

$$\Delta_{сл} = t_p \cdot S(\bar{T}) \quad (5)$$

где: t_p – коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности 0,95 и числе измерений $n=5$ равен 2,776.

12.3.2 Рассчитать доверительные границы неисклученной систематической погрешности S_{Θ} по формуле (7). При этом суммарную погрешность Θ_{Σ} значения воспроизводимой температуры излучателя определить по формуле (6):

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta T_{\Theta}^2 + \Delta T_{дн}^2 + \Delta T_M^2}, \quad (6)$$

где: ΔT_{Θ} – доверительная погрешность эталонного пирометра, °C;

$\Delta T_{дн}$ – погрешность, возникающая из-за различия температур по дну излучающей полости, °C;

ΔT_M – нестабильность термометра излучателя за межповерочный интервал равная 0,1 °C.

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

12.3.3 Рассчитать доверительную погрешность излучателя по формуле (8):

$$\delta = k \cdot S_{\Sigma} \quad (8)$$

где S_{Σ} – суммарное СКО, определяемое по формуле (9):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S(\bar{T})^2 + S_{\Theta}^2} \quad (9)$$

где k – коэффициент соотношения случайной погрешности и неисклученной систематической погрешности, определяемый по формуле (10):

$$k = \frac{\Delta_{сл} + \Theta_{\Sigma}}{S(\bar{T}) + S_{\Theta}} \quad (10)$$

12.3.4 Результат поверки считается положительным, если полученные значения доверительных границ абсолютной погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) в каждой контрольной точке не превышают значений, указанных в описании типа в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений: $\pm(1+0,004 \cdot t_{уст})$, где $t_{уст}$ – значение установленной температуры, °C.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Сведения о результатах поверки излучателей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По результатам поверки оформляют протокол поверки произвольной формы.

13.2 Излучатели, 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.

13.3 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
ФГБУ «ВНИИМС»


А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»


М.В. Константинов