

Настоящая методика распространяется на тепловизоры инфракрасные Testo 865, Testo 868, Testo 871, Testo 872 (далее – тепловизоры), изготавливаемые «Testo SE & Co. KGaA», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок. Данная методика поверки разработана на основе ГОСТ Р 8.619-2006 «Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки»

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические характеристики инфракрасных тепловизоров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение			
	Testo 865	Testo 868	Testo 871	Testo 872
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +280	Диапазон 1: от -30 до +100 Диапазон 2: от 0 до +650		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от минус 30 до минус 20,1 °С, °С	-	±3		±2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от минус 20 до плюс 100 °С, °С	±2			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. плюс 100 °С, %	±2			
Температурная чувствительность (при плюс 30 °С), °С, не более	0,12	0,1	0,09	0,06
Поле зрения, не менее, °	31×23		35×26	42×30

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	5.2	Да	Да
Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	5.3	Да	Нет
Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры	5.4	Да	Да
Определение температурной чувствительности	5.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.3	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от плюс 30 до плюс 95 °С; тепловой тест-объект с переменной щелью и тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96; поворотный столик, точность задания угла 1°; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм
5.4	источники излучения в виде моделей черного тела 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от минус 30 до плюс 650 °С.
5.5	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от плюс 30 до плюс 95 °С; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм

Примечания:

- 1 Все применяемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.
- 2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых инфракрасных тепловизоров с требуемой точностью.
- 3 Периодическую поверку тепловизоров допускается проводить на меньшем числе поддиапазонов на основании письменного заявления владельца тепловизора. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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 руководстве по эксплуатации на эталонные средства измерений и средства испытаний;

– ГОСТ 31581-2012 «Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий».

– указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководствами по эксплуатации на средства поверки и на тепловизоры.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

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; |

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки тепловизоров руководству по эксплуатации;
- отсутствие посторонних шумов при наклонах корпуса;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого тепловизора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

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

5.2 Опробование

5.2.1 Проверка версии программного обеспечения

Включите тепловизор. На экране тепловизора в левом нижнем углу отобразится номер версии (идентификационный номер) ПО.

Идентификационные данные ПО отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

	Testo 865	Testo 868	Testo 871	Testo 872
Идентификационные данные (признаки)	Значение			
Идентификационное наименование ПО	fw_865.bin	fw_868.bin	fw_871.bin	fw_872.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.00 не ниже			
Цифровой идентификатор ПО	-			

5.2.2 Проверка работы тепловизора в различных режимах

Подготовьте тепловизор к работе согласно руководству по эксплуатации (РЭ).

Проверьте возможность изменения диапазона измерения температуры и излучательной способности объекта, запись термограммы.

Если хотя бы на одном из режимов работы тепловизора не выполняются функции, указанные в РЭ, поверку не проводят.

5.3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

5.3.1 Выбор рабочего расстояния

Установите температурный режим ПЧТ выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположите тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Совместите изображение центра теплового тест-объекта с центральной областью термограммы.

Установите в тепловом тест-объекте максимальную ширину щели и измерьте максимальную температуру щели в термограмме.

В качестве рабочего расстояния (R) выбирают максимальное расстояние между объективом тепловизора и тепловым тест-объектом с переменной щелью, которое обеспечивает максимальное значение температуры щели в термограмме, при полном раскрытии щели.

5.3.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

Установите тепловизор на поворотном столике, обеспечивающем возможность поворота и регистрации угла поворота столика относительно неподвижного основания в двух плоскостях, так, чтобы ось вращения совпадала с вертикальной плоскостью, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

Температурный режим протяженного излучателя установите выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположите тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместите с центральной областью термограммы. Проведите измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

На экране тепловизора наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта.

Поворачивайте тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совместите вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и зарегистрируйте соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2} , градус.

Изображение центра теплового тест-объекта верните в центральную область термограммы. Поверните тепловизор в вертикальной плоскости, совместите горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и зарегистрируйте соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2} , градус.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитайте по формулам:

$$\varphi_x = |\vartheta_{x1} - \vartheta_{x2}|, \text{ градус} \quad (1)$$

$$\varphi_y = |\vartheta_{y1} - \vartheta_{y2}|, \text{ градус} \quad (2)$$

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

5.3.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

Установите температурный режим протяженного излучателя выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположите тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместите с центральной областью термограммы. Проведите измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

На полученной термограмме отметьте крайние метки, регистрируемые по вертикали или по горизонтали. Измерьте расстояние между крайними метками теплового тест-объекта (мм) и расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме в элементах разложения термограммы (эл.).

Рассчитайте мгновенный угол поля зрения γ по формуле:

$$\gamma = \frac{2}{a} \arctg \frac{A}{2R}, \text{ рад} \quad (3)$$

где, A – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта, мм;

a – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме, эл.;

R – расстояние, определенное в пункте 5.3.1, мм.

Рассчитайте углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y по формулам:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (4)$$

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (5)$$

где, γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

5.4 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры

Проведите измерения на расстоянии между источником излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ) и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизора, но не менее 0,3 м. Излучающую поверхность эталонного излучателя совместите с центральной областью термограммы.

Определите погрешности тепловизора в пяти точках диапазона измерений температуры (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измерьте

температуру АЧТ. Определите среднее значение температуры АЧТ по термограмме t'_{cp} (°C) с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность Δt измерений температуры рассчитайте по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

где, t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °C.

Допускаемую относительную погрешность δ измерений температуры рассчитайте по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где, t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °C.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (6) или (7), не превышает значений, приведенных в таблице 1.

5.5 Определение температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)

Подготовьте ПЧТ и тепловизор к работе согласно РЭ. Установите температуру ПЧТ равной 30 °C. Проведите измерения на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Наведите тепловизор на центральную область апертуры излучателя и зафиксируйте в выбранном положении. Запишите в запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

Определите разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитайте по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8)$$

где, $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i;j), °C;

$t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j), °C.

Матрицу разностей температур Δt_{ij} представьте в виде числового ряда Δt_i . Рассчитайте порог температурной чувствительности Δt_{nop} по формуле:

$$\Delta t_{nop} = 0,707 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \bar{\Delta t})^2}{n}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (9)$$

где, Δt_i – разность температур i -го элемента разложения термограмм, °C;

$\bar{\Delta t}$ – средняя разность температур, °C;

n – количество элементов разложения в термограмме.

Значение Δt_{nop} не должно превышать указанного в таблице 1.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительном результате поверки тепловизор признаётся годным и допускается к применению. На него оформляется свидетельство о поверке в соответствии с разделом VI документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» утверждённого приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории 442



Р.А. Горбунов

Ведущий инженер по метрологии лаборатории 442



В.А. Калущких