

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

Н.И. Ханов

2009 г.



Тепловизоры «Fluke»,
модификаций «Fluke Ti9», «Fluke Ti10», «Fluke Ti25», «Fluke TiR»,
«Fluke TiR1», «Fluke TiR2FT», «Fluke TiR3 FT», «Fluke TiR4 FT»,
«Fluke TiRx», «Fluke Ti32», «Fluke TiR32»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2412-0024-2009

Руководитель отдела Государственных эталонов
температурных и теплофизических измерений
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А.И. Походун

2009 г.

Настоящая методика распространяется на тепловизоры «Fluke», модификаций «Fluke Ti9», «Fluke Ti10», «Fluke Ti25», «Fluke TiR», «Fluke TiR1», «Fluke TiR2FT», «Fluke TiR3 FT», «Fluke TiR4 FT», «Fluke TiRx», «Fluke Ti32», «Fluke TiR32» (в дальнейшем тепловизор), устанавливает методику их первичной и периодической поверок при эксплуатации приборов потребителем. Межповерочный интервал 1 год.

1. Операции и средства поверки.

При проведении поверки выполняются операции и применяются средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции и средства поверки.

| Наименование операции | № пункта методики | Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, их характеристики | Обязательность проведения при поверке | |
|--|-------------------|--|---------------------------------------|---------------|
| | | | первичной | периодической |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Внешний осмотр | 4.1 | | Да | Да |
| Проверка электрической прочности изоляции | 4.2 | Измеритель параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094 | Да | Нет |
| Проверка сопротивления изоляции | 4.3 | Измеритель параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094 | Да | Нет |
| Опробование | 4.4 | Образцовый протяженный излучатель ПЧТ-540/40/100, номер по Госреестру: 26476-04, диапазон температур от 30 °С до 95 °С, с излучательной способностью не менее 0,96. Граница погрешности излучателя 1,1 °С при доверительной вероятности 0,95. | Да | Да |
| Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали | 4.5 | 1. Образцовый протяженный излучатель по п. 4.4. 2. тепловой тест-объект с переменной щелью, излучательная способность не менее 0,96 3. Тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96 4. Измерительная линейка, длина 500 мм с ценой деления 1 мм. 5. Поворотный столик, точность задания угла до 1°. | Да | Нет |
| Проверка диапазона и определение приведенной погрешности | 4.6 | Эталонный излучатель II-го разряда в виде модели АЧТ в соответствии с ГОСТ 8.558-93, диапазон температур от минус 20 °С до 600 °С. Погрешность воспроизведения температуры 1-3,3 °С | Да | Да |
| Определение порога температурной чувствительности | 4.7 | Образцовый протяженный излучатель по п. 4.4 | Да | Да |

Примечание

Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но имеющих характеристики не хуже приведенных в таблице 1.

1.2. Указанные средства поверки должны иметь действующие документы о поверке или аттестации.

1.3. Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации необходимо выполнять «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Госэнергонадзором.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены условия согласно ГОСТ 8.395-80 «Нормальные условия измерений при поверке»

3.2. Все указанные в таблице 2 средства измерений (средства поверки) должны иметь свидетельства о поверке.

3.3. Средства измерений (средства поверки) должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационными документами (далее - ЭД).

4. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

4.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности и маркировки тепловизора ЭД на него;
- соответствие тепловизора требованиям безопасности, изложенным в паспорте и в руководстве по эксплуатации на тепловизор;
- отсутствие внешних повреждений комплекта поверяемого тепловизора, влияющих на его метрологические характеристики.

4.1.2. Тепловизор, не отвечающий требованиям п. 4.1.1, поверке не подлежит.

4.2. Проверка электрической прочности изоляции

4.2.1. Проверку электрической прочности изоляции проводят на измерителе параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094, который подключают к закороченным клеммам питания и корпусу тепловизора. Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего плавно снижают значение напряжения до нуля. Проверка производится в соответствии с ГОСТ 12997.

4.2.2. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

4.3. Проверка сопротивления изоляции

4.3.1. Проверку сопротивления изоляции проводят измерителем параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094 путем подключения его к закороченным клеммам питания и корпусу тепловизора. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм. Проверка производится в соответствии с ГОСТ 12997.

4.3.2. Результаты испытаний считают положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

4.4. Опробование. Проверка работы тепловизора в различных режимах.

4.4.1. Опробование. Включают тепловизор и проверяют его работоспособность в соответствии с РЭ на него. При обнаружении неисправности поверку не проводят.

4.4.2. Проверка работы тепловизора в различных режимах. Тепловизор и эталонный (образцовый) протяженный излучатель (далее – протяженный излучатель) готовят к работе согласно РЭ на них. Тепловизор наводят на излучающую поверхность излучателя.

Проверяют работу тепловизора во всех режимах, предусмотренных РЭ.

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

4.5. Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали.

4.5.1. Выбор рабочего расстояния

4.5.1.1. Температурный режим эталонного протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

4.5.1.2. Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы.

4.5.1.3. В тепловом тест-объекте устанавливают максимальную ширину щели и измеряют максимальную температуру щели в термограмме.

4.5.1.4. В качестве рабочего расстояния R , мм, 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.

4.5.2. Определение угла поля зрения (вариант 1).

4.5.2.1. Тепловизор устанавливают 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.

4.5.2.2. Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

4.5.2.3. Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном по 4.5.1.

4.5.2.4. На видеоискателе (экране дисплея) тепловизора наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивая тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совмещают вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика \mathcal{G}_{x1} и \mathcal{G}_{x2} , град.

4.5.2.5. Изображение центра теплового тест-объекта возвращают в центральную область термограммы. Поворачивая тепловизор в вертикальной плоскости, совмещают горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика \mathcal{G}_y и \mathcal{G}_{y2} , град.

4.5.2.6. Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y , град., рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = |\mathcal{G}_{x1} - \mathcal{G}_{x2}|, \quad (1)$$

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

4.5.2.7. Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в РЭ или паспорте на тепловизор.

4.5.3. Определение угла поля зрения (вариант 2).

4.5.3.1. Выполняют последовательность операций по 4.5.2.1., 4.5.2.2., 4.5.2.3.

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

4.5.3.3. Мгновенный угол поля зрения γ , рад., рассчитывают по формуле:

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

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 4.5.1, мм;

4.5.3.4. Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y , град., рассчитывают соответственно по формулам:

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

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

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 указанным в РЭ или паспорте на тепловизор.

4.6. Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры.

4.6.1. Измерения проводятся на расстоянии между эталонным (образцовым) излучателем (далее – эталонный излучатель) и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность эталонного излучателя совмещают с центральной областью термограммы.

4.6.2. Определение погрешности тепловизора проводят в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме t'_{cp} , °С, с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

4.6.3. Основную погрешность Δt , °С, для каждой температуры тепловизора, рассчитывают по формуле:

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

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

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

4.6.4. Результаты поверки считаются положительными, если погрешность, рассчитанная по формуле (6), не превышает значений, приведенных в ЭД на тепловизор во всех точках

4.7. Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму).

4.7.1. Эталонный (образцовый) протяженный излучатель и тепловизор подготавливают к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру эталонного (образцового) протяженного излучателя 30 °С. Измерения проводятся на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

4.7.2. Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают в запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

4.7.3. Определяют разность температур Δt_{ij} , °С, для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \quad (7)$$

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

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

4.7.4. Матрицу разностей температур Δt_{ij} представляем в виде числового ряда Δt_I . Порог температурной чувствительности Δt_{nop} , °С, в этом случае рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{nop} = 0,707 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \bar{\Delta t})^2}{n}}, \quad (8)$$

где Δt_I – разность температур I-го элемента разложения термограмм, °С;

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

n – количество элементов разложения в термограмме.

4.7.5. Значение Δt_{nop} не должно превышать указанного в паспорте или ЭД на тепловизор.

4.8. Оформление результатов поверки.

4.8.1. Если тепловизор по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него выдают «Свидетельство о поверке», форма которого приведена в ПР 50.2.006.

4.8.2. Если тепловизор по результатам поверки признан непригодным к применению, то на него выдают «Извещение о непригодности к применению» в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.