

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«12» 12 2022г.

«ГСИ. Теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020.

Методика поверки»

МП 047.М4-22

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«20» 12 2022 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

«20» 12 2022 г.

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020 (далее – теплоприемники) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 По итогам поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 86-2017 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815. Поверка теплоприемников выполняется методом сличений при помощи компаратора.

1.3 Метрологические характеристики теплоприемников указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|--------------------|
| Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м ² | от 10 до 1000 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, % | ± 5 |
| Коэффициент преобразования, В·м ² /Вт, не менее | 3·10 ⁻⁶ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования, % | ± 5 |

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | Да | Да | 9 |
| Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования | Да | Да | 9.1 |
| Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности | Да | Да | 9.2 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Поверку теплоприемников осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питающей сети, В от 216 до 224;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, а также обеспечено кондиционированием.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на теплоприемники;

- соблюдающие требования, установленные руководством по эксплуатации теплоприемников и средств поверки, имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.20 № 903н;

- прошедшие полный инструктаж по технике безопасности;

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемым видам измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодических поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки теплоприемников

| Операция поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 85 % с абсолютной погрешностью не более 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа</p> | Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег.номер № 32014-06 |

| | | |
|---|---|--|
| | Средства измерений напряжения в диапазоне от 200 до 250 В с абсолютной погрешностью не более ± 4 В Средства измерений частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,01$ Гц | Мультиметр 34401А рег. номер № 54848-13 |
| п. 9 Определение метрологических характеристик | Эталоны единиц силы излучения и энергетической освещённости, не ниже уровня вторичного эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815 в диапазоне измерений энергетической освещённости от 10 до 2000 Вт/м ² . Средние квадратическое отклонения результатов сличений $S_{\Sigma 0}$ вторичного эталона с первичным эталоном составляют от 0,2 до 3,0 % | Государственный вторичный эталон единиц силы излучения и энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм рег. номер: 2.1.ZZA.0010.2015, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815 (далее – ГВЭ) |
| Вспомогательное оборудование | | |
| | Средства измерений длины в диапазоне от 50 до 1500 мм с абсолютной погрешностью не более 1 мм | Нутромер двухточечный, серии 137 рег. номер № 31705-13 |

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых теплоприемников с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности:

- предусмотренные эксплуатационной документацией на теплоприемники и средства поверки;

- воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ;

- помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

6.2 Теплоприемники не оказывают опасных воздействий на окружающую среду и не требуют специальных мер по защите окружающей среды.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие расположения надписей и обозначений требованиям технической документации и описания типа; отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях теплоприемников, влияющих на их работоспособность; чистоту гнезд и разъемов, состояние соединительных кабелей.

7.2 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если внешние элементы не повреждены, отсутствуют механические повреждения элементов конструкции.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед началом работы с теплоприемниками необходимо внимательно изучить их руководство по эксплуатации.

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.3 При опробовании с помощью мультиметра 34401А из состава ГВЭ проводят проверку значений сопротивлений электрических цепей теплоприемника:

- сопротивление термобатареи при температуре 20°С, Ом;
- сопротивление терморезистора при температуре 20°С, Ом;
- сопротивление нагревателя при температуре 20°С, Ом.

8.4 При проверке сопротивлений электрической цепи теплоприемника к клеммам мультиметра 34401А подсоединяются соответствующие (в соответствии со схемой электрической принципиальной теплоприемника, представленной в приложении Б настоящей методики поверки) контакты розетки кабеля теплоприемника. Измерения проводятся с точностью ± 1 Ом.

8.5 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если выполняются операции пп. 8.3 – 8.4. и измеренные значения электрических сопротивлений теплоприемников соответствуют требованиям, указанным в Паспорте теплоприемников.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования.

Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования теплоприемников проводят при режимах излучателя из состава ГВЭ, близких к начальным, конечным и средним значениям диапазона энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м².

9.1.1 Включают ГВЭ в соответствии с его Правилами содержания и применения. Энергетическую освещенность E_0 , Вт/м², создаваемую излучателями из состава ГВЭ в плоскости измерений, определяют методом прямых измерений неселективным приемником излучения типа ПП-1 (далее – приемник ПП-1) из состава ГВЭ.

9.1.2 Приемник ПП-1 устанавливают перед излучателем на расстоянии l , м, которое контролируется нутромером. Закрывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «темнового» сигнала U_{0T} , В, приемника ПП-1. Затем открывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «светового» сигнала U_{0C} , В, приемника ПП-1.

9.1.3 Определяют напряжение электрического сигнала приемника ПП-1 из состава ГВЭ по формуле (1):

$$U_{0i} = U_{0C} - U_{0T}, \quad (1)$$

9.1.4 Значение энергетической освещенности, измеренное приемником ПП-1, E_i , Вт/м², вычисляют по формуле (2):

$$E_i = \frac{U_{0i}}{K_0}, \quad (2)$$

где K_0 – коэффициент преобразования приемника ПП-1, взятый из протокола аттестации ГВЭ, В·м²/Вт.

9.1.5 Определяют среднее значение энергетической освещенности, измеренное приемником ПП-1, по формуле (3):

$$E_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i, \quad (3)$$

где n – количество измерений.

9.1.6 Повторить пункты 9.1.2-9.1.5 пять раз.

9.1.7 Теплоприемник устанавливают напротив излучателя из состава ГВЭ таким образом, чтобы в поле зрения теплоприемника находилась рабочая зона излучателя, а приемная площадка теплоприемника находилась на таком же расстоянии l , м, от излучателя ГВЭ, как и при измерениях приемником ПП-1. Проводят измерения напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника U_i , В, при закрытой (U_T) и открытой (U_C) заслонке.

9.1.8 Рассчитывают коэффициент преобразования теплоприемника по формуле (4):

$$K_{li} = \frac{U_i}{E_0}, \quad (4)$$

где U_i – напряжение выходного электрического сигнала теплоприемника, В, равное

$$U_i = U_C - U_T \quad (5)$$

9.1.9 Повторяют пункты 9.1.7-9.1.8 пять раз.

9.1.10 Рассчитывают среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле (6):

$$K_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{li}, \quad (6)$$

где n – количество измерений.

9.1.10 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с п. 10.1 настоящей методики поверки.

9.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

9.2.1 Теплоприемник устанавливают напротив излучателя из состава ГВЭ таким образом, чтобы в поле зрения теплоприемника находилась рабочая зона излучателя, а приемная площадка теплоприемника находилась на таком же расстоянии l , м, от излучателя ГВЭ, как и при измерениях энергетической освещенности приемником ПП-1 из состава ГВЭ.

9.2.2 Проводят измерения напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника U , В, при закрытой (U_T) и открытой (U_C) заслонке.

9.2.3 Рассчитывают энергетическую освещенность E_i , Вт/м², измеренную теплоприемником, по формуле (7)

$$E_i = \frac{U}{K_{cp}}, \quad (7)$$

где U – измеренное значение напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника, В, рассчитанное по формуле (5);

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника, В·м²/Вт, рассчитанное по формуле (6).

9.2.4 Повторяют пункты 9.2.1-9.2.3 пять раз.

9.2.5 Повторяют пункты 9.2.1-9.2.4 в диапазоне измерений энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м².

9.2.6 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с п. 10.2 настоящей методики поверки

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Обработка результатов измерений при определении коэффициента преобразования.

10.1.1 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического коэффициента преобразования теплоприемника, %, по формуле (7):

$$S_k = \frac{1}{K_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - K_{cp})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

10.1.2 Рассчитывают границы неисключенной систематической погрешности (НСП) коэффициента преобразования теплоприемника Θ_k при доверительной вероятности $P=0,95$ по формуле(8):

$$\Theta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^2 |\Theta_i| \quad (8)$$

где Θ_1 - неисключенная систематическая погрешность, определяемая погрешностью ГВЭ, характеризующейся пределом допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %, в соответствии с паспортом ГВЭ.

Θ_2 - неисключенная систематическая погрешность, обусловленная погрешностью измерения расстояния от источника излучения ГВЭ до приемника излучения.

10.1.3 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение НСП коэффициента преобразования теплоприемника, %, по формуле (9):

$$S_{\theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

10.1.4 Рассчитывают суммарное среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле (10):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_k^2} \quad (10)$$

10.1.5 Рассчитывают доверительные границы относительной погрешности определения коэффициента преобразования при доверительной вероятности $P = 0,95$ по формуле (11):

$$\Delta_k = S_{\Sigma} \cdot k, \quad (11)$$

где k – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который определяется по формуле (12).

$$k = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_k + S_{\theta}} \quad (12)$$

где

$$\varepsilon = t \cdot S_k \quad (13)$$

где t – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

10.1.6 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки по п. 9.1 с положительным результатом, если значения коэффициента преобразования не менее $3 \cdot 10^{-6}$ и относительная погрешность коэффициента преобразования не превышает $\pm 5\%$.

10.2 Обработка результатов измерений энергетической освещенности

10.2.1 Рассчитывают среднее значение энергетической освещенности по формуле (14):

$$E_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i, \quad (14)$$

где E_i – энергетическая освещенность, Вт/м², измеренная теплоприемником в п. 9.2.1-9.2.3.

n – количество измерений.

10.2.2 Рассчитывают относительную погрешность измерений энергетической освещенности, %, по формуле (15):

$$\Delta_{\%} = \frac{E_{cp} - E_0}{E_0} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где E_0 – среднее значение энергетической освещенности, определенное в п. 9.1.5.

10.2.3 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки по п. 9.2 с положительным результатом, если диапазон измерений энергетической освещенности составляет от 10 до 1000 Вт/м², а относительная погрешность измерений энергетической освещенности теплоприемником не превышает $\pm 5\%$.

10.3 Теплоприемники считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае теплоприемники считаются прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

10.4 Теплоприемники допускаются к применению в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты измерений поверки заносятся в протокол (форма протокола приведена в приложении А настоящей методики поверки).

11.2 Теплоприемники считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае теплоприемники считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению. При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

11.3 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме и/или нанесён знак поверки

11.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Заместитель начальника отделения

М.Н. Павлович

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Рекомендуемое)

К Методике поверки МП 047.М4-22

Теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020

ПРОТОКОЛ

первичной (периодической) поверки

от « _____ » _____ 20__ г.

Средство измерений: Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020
наименование средства измерений, тип

Заводской номер _____
заводской номер средства измерений

Принадлежащее _____
наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 047.М4-22 «ГСИ. Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020. Методика поверки».
наименование документа на поверку

С применением эталонов _____
наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность

При следующих значениях влияющих факторов: _____
приводят перечень и значения влияющих факторов

- температура окружающей среды, °С _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа _____
- напряжение питающей сети, В _____
- частота питающей сети, Гц _____

Внешний осмотр: _____

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования

| Требования методики поверки | | Результат | | |
|--|-------------------|---|--|--|
| Коэффициент преобразования теплоприемника при измерении энергетической освещенности, $В \cdot м^2 / Вт$, не менее | $3 \cdot 10^{-6}$ | Коэффициент преобразования теплоприемника при измерении энергетической освещенности, $В \cdot м^2 / Вт$ | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | Среднее | | |
| СКО, % | | | | |
| Относительная погрешность измерений коэффициента преобразования, %, не более | | ± 5 | | |

Таблица А.2 - Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

| Требования методики поверки | | Результат | | |
|--|---------------|---|---------|---------|
| Диапазон измерений энергетической освещенности, $Вт/м^2$ | от 10 до 1000 | Источники энергетической освещенности из состава эталона 2.1.ZZA.0010.2015, Энергетическая освещенность, $Вт/м^2$ | | |
| | | $E_0 =$ | $E_0 =$ | $E_0 =$ |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | Среднее | | |
| Относительная погрешность измерений энергетической освещенности, %, не более | | ± 5 | | |

Рекомендации

_____ средство измерений признать пригодным (или непригодным) к применению

Исполнители:

_____ должность

_____ подпись

_____ фамилия, инициалы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Справочное)

К Методике поверки МП 047.М4-22

Теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020

Схема электрическая принципиальная теплоприемника ФОА 020

