

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин
«18» декабря 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пирометры инфракрасные серии АКИП

МП 207-078-2023

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на пирометры инфракрасные серии АКИП (далее – пирометры или приборы) моделей АКИП-9301, АКИП-9302, АКИП-9303, АКИП-9304, АКИП-9305, АКИП-9306, АКИП-9307, АКИП-9308, АКИП-9309, АКИП-9310, АКИП-9311, изготовленные по технической документации фирмы SENTRY OPTRONICS CORP. (Тайвань), предназначенные для бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых тел, газовых струй, расплавов различных материалов по их собственному тепловому излучению, а также для контактного измерения температуры различных сред при помощи внешних термоэлектрических преобразователей утвержденных типов, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации пирометры.

Поверка пирометров проводится методом прямых измерений или сличением с помощью компаратора.

Прослеживаемость поверяемых пирометров к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021, ГЭТ 13-01) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказов Росстандарта:

- от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;
- от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

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. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | 7.1 | Да | Да |
| 3. Опробование средства измерений и проверка работы (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | 7.2 | Да | Да |
| 4. Проверка программного обеспечения средства измерений | 8 | Да | Да |
| 5. Определение метрологических характеристик средства измерений | 9 | Да | Да |
| 5.1 Определение показателя визирования | 9.1 | Да | Нет |
| 5.2 Определение относительной и абсолютной погрешностей | 9.2 | Да | Да |
| 5.3 Определение погрешности канала измерений температуры с помощью термоэлектрического преобразователя | 9.3 | Да | Да |
| 6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 7. Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |
| Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается. 2. Не допускается поверка в сокращенном диапазоне измерений. 3. Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измерительных каналов, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. | | | |

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 18 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2.2 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

2.3 Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

2.4 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемым прибором должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка пирометров 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 пирометрами.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

| Операция поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| п. 7.1 Контроль условий поверки | Средства измерений температуры окружающей среды от +18 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 % | Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. 53505-13 и др. |

| | | |
|---|--|---|
| | Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа | Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 и др. |
| п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений | Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от -50°C до $+1620^{\circ}\text{C}$, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда (и более) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022г. № 3253 | Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ -50/120 мод. АЧТ 60/-50/50, АЧТ 70/-40/80, АЧТ 80/-35/80, рег. № 61461-15, Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80, рег. № 69533-17, Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600, рег. № 89564-23, Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500, рег. № 38818-08, Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег. № 22249-15 и др. Пирометры прецизионные ПД мод. ПД-4-01, ПД-4-02, ПД-4-03, ПД-4-04, ПД-4-05, ПД-4-06, рег. № 29468-05, Пирометры TRT пр-ва компании «HEITRONICS Infrarot Messtechnik GmbH», Германия и др. |
| | Эталонные пирометры полного и частичного излучения с диапазоном измерений от -50°C до $+1620^{\circ}\text{C}$ и соответствующие требованиям к эталонам 1-2 разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022г. № 3253 | |
| | Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 | Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13) и др. |
| | Термометры электронные с диапазоном измерений от 0 до $+50^{\circ}\text{C}$ и погрешностью не более $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ | Термометр электронный лабораторный «ЛТ-300», рег. № 61806-15 |

Примечания:

1. Все средства измерений (в том числе применяемые в качестве эталона), применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись об аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.
2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки пирометров эксплуатационной документации на него;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого пирометра, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

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

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.2 Опробование средства измерений и проверка работы

Опробование пирометров проводят следующим образом:

- включить пирометр;
 - проверить функционирование пирометра в различных режимах;
 - проверить возможность изменения излучательной способности объекта.
- Пирометры, не отвечающие требованиям п. 7.2, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Проверка программного обеспечения средств измерений

8.1 В руководстве по эксплуатации на пирометр отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения пирометров должны соответствовать данным, указанным в таблице 3.

Таблица 3

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|-------------|
| Идентификационное наименование ПО | firmware |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 1.0 |
| Цифровой идентификатор программного обеспечения | отсутствует |

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение показателя визирования

9.1.1 Установить в предметной плоскости пирометра АЧТ с излучающей поверхностью, перекрывающей поле зрения пирометра и имеющее холодную маску, которая формирует систему отверстий с изменяющимся диаметром.

9.1.2 Провести измерения температуры поверхности АЧТ за полностью открытым отверстием маски. Уменьшая отверстие маски, определить его минимальный размер, при котором измеряемое значение температуры начнет изменяться более чем на величину,

соответствующую погрешности прибора.

9.1.3 Измерить расстояние от входного зрачка объектива пирометра до излучающей поверхности АЧТ.

Примечания:

- Излучательная способность излучающей поверхности должна быть не менее 0,9.
- Размеры маски должны обеспечивать перекрытие излучающей поверхности АЧТ.
- Излучающая способность поверхности маски должна быть не более 0,1.
- Расстояние от переднего среза пирометра до излучающей поверхности АЧТ должно обеспечивать минимальный размер поля зрения (указывается в Руководстве по эксплуатации).

9.2 Определение относительной и абсолютной погрешностей

9.2.1 Определение погрешности проводят не менее, чем в пяти точках диапазона измерений температур поверяемого пирометра (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона измерений температур).

9.2.2 Включить АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и установить требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры. Включить пирометр, ввести значение излучательной способности АЧТ.

9.2.3 Навести пирометр с помощью устройства визирования на излучающую поверхность АЧТ и измерить температуру поверхности АЧТ согласно Руководству по эксплуатации пирометра.

Для расчета погрешности измерений температуры в заданном диапазоне измеряемых температур для каждой точки температурного диапазона проводится серия из 10-ти измерений и рассчитывается среднее значение.

Примечания:

- Измерение температуры производить на расстоянии, обеспечивающем минимальный диаметр поля зрения пирометра (указывается в Руководстве по эксплуатации).
- Диаметр выходного отверстия АЧТ должен быть больше минимального диаметра поля зрения пирометра.

9.2.4 Операции по п.п. 9.2.2-9.2.3 повторяют для остальных контрольных точек.

9.3 Определение погрешности канала измерений температуры с помощью термоэлектрического преобразователя

9.3.1 Определение погрешности канала измерений температуры с помощью термоэлектрического преобразователя с НСХ типа «К» проводят во всем диапазоне измерений через 200 °С (от минус 200 °С до плюс 1380 °С). Количество отсчетов в каждой точке - не менее 3-х. Время между отсчетами сохранять одинаковым.

9.3.2 Калибратор подключают к соответствующему разъему на корпусе прибора с помощью медных проводов с использованием мини-адаптера.

9.3.3 Рассчитывают приведенное значение ТЭДС (с учетом поправки на температуру окружающей среды), соответствующее первой поверяемой точке согласно НСХ типа «К» (по ГОСТ Р 8.585-2001) по формуле: $E_{\text{привед}} (\text{мВ}) = E_t - E_{\text{юкр}}$,

где: E_t - значение ТЭДС, эквивалентное (в соответствии с НСХ типа «К») температуре в поверяемой точке, мВ;

$E_{\text{юкр}}$ - значение ТЭДС, эквивалентное (в соответствии с НСХ) температуре окружающей среды, мВ.

Температуру окружающей среды измеряют непосредственно в месте подключения медных проводов к соответствующему разъему прибора при помощи электронного термометра.

9.3.4 На калибраторе задают значение в милливольтках, соответствующее первой поверяемой точке с учетом ввода поправки (компенсации) на температуру окружающей среды, и снимают показания цифрового индикатора прибора.

9.3.5 Операции по п.п. 9.3.2- 9.3.4 повторяют в остальных поверяемых точках.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Подтверждение соответствия при определении показателя визирования

10.1.1 Рассчитать показатель визирования пирометра, определяемый отношением минимального размера маски к расстоянию от входного зрачка объектива пирометра до излучающей поверхности.

10.1.2 Пирометры признаются прошедшими поверку, если рассчитанное значение показателя визирования, соответствует значению, указанному в Приложении 1.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении относительной и абсолютной погрешностей

10.2.1 Относительная погрешность пирометра определяется по формуле 1:

$$\delta = \frac{T_{изм} - T_{АЧТ}}{T_{АЧТ}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где:

$T_{изм}$ - среднее значение измеренной температуры, °С;

$T_{АЧТ}$ - значение температуры АЧТ, °С.

10.2.2 Абсолютная погрешность пирометра определяется по формуле 2:

$$\Delta = T_{изм} - T_{АЧТ}, \text{ °С} \quad (2)$$

10.2.3 Полученные значения погрешности в каждой контролируемой точке не должны превышать предельно допустимые значения, приведенные в Приложении 1 к настоящей методике.

10.3 Подтверждение соответствия при определении погрешности канала измерений температуры с помощью термоэлектрического преобразователя

10.3.1 Абсолютную погрешность канала прибора определяют как разность между средним значением показаний поверяемого прибора и значением температуры, соответствующей нормированному значению ТЭДС по НСХ типа «К» по ГОСТ Р 8.585-2001.

10.3.2 Полученные значения погрешности в каждой контролируемой точке не должны превышать предельно допустимые значения, указанные в Приложении 1.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Пирометры, 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.

11.3 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

Таблица П1 - Метрологические характеристики пирометров моделей АКИП-9301, АКИП-9302, АКИП-9303, АКИП-9304, АКИП-9305, АКИП-9306

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели пирометров) | | | | | |
|--|---|--|----------------|---|-----------------|-----------------|
| | АКИП-9301 | АКИП-9302 | АКИП-9303 | АКИП-9304 | АКИП-9305 | АКИП-9306 |
| Диапазон измерений температуры, °С | от -20 до +500 | от -28 до +535 от -200 до +1380 с ТП | от -28 до +535 | от -50 до +1000 | от -50 до +1000 | от -50 до +1500 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от +18 до +28 °С), °С | ±2 (в диапазоне от -20 до +100 °С включ.) | ±3 (в диапазоне от -28 до -20 °С включ.) ±2 (в диапазоне св. -20 до +100 °С включ.) | | ±5 (в диапазоне от -50 до 0 °С включ.) ±2 (в диапазоне св.0 до +100 °С включ.) | | |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от +18 до +28 °С) в диапазоне св. +100 °С, % | ±2 | | | | | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры с помощью ТП, °С | - | ±(0,015· t +1)* | - | | | |
| Время установления рабочего режима, с, не более | 0,5 | | | | | |
| Разрешающая способность | | | | | | |

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели пирометров) | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | АКИП-9301 | АКИП-9302 | АКИП-9303 | АКИП-9304 | АКИП-9305 | АКИП-9306 |
| дисплея (цена единицы младшего разряда), °C | 0,2 | 0,1 / 0,1 | 0,1 | 1 | 0,1 | |
| Показатель визирования | 8:1 | 12:1 | | | 30:1 | 50:1 |
| Примечание: * – где t - абсолютное значение температуры, °C, без учета знака. | | | | | | |

Таблица П2 - Метрологические характеристики пирометров моделей АКИП-9307, АКИП-9308, АКИП-9309, АКИП-9310, АКИП-9311

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели пирометров) | | | | |
|--|---|---|---|-----------|-----------------|
| | АКИП-9307 | АКИП-9308 | АКИП-9309 | АКИП-9310 | АКИП-9311 |
| Диапазон измерений температуры, °C | от -50 до +1000 от -200 до +1380 с ТП | от -28 до +760 | от -28 до +1300 | | от -28 до +1620 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от +18 до +28 °C), °C | ±5 °C (в диапазоне от -50 до 0 °C) ±2 °C (в диапазоне св.0 до +100 °C) | ±3 °C (в диапазоне от -28 до -20 °C) ±2 °C (в диапазоне св.-20 до +100 °C) | ±3 °C (в диапазоне от -28 до 0 °C) ±2 °C (в диапазоне св.0 до +100 °C) | | |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от +18 до +28 °C) в диапазоне св. +100 °C, % | ±2 | | | | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры с помощью ТП, | ±(0,015· t +1)* | | | | - |

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели пирометров) | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | АКИП-9307 | АКИП-9308 | АКИП-9309 | АКИП-9310 | АКИП-9311 |
| °C | | | | | |
| Время установления рабочего режима, с, не более | 0,5 | | | | |
| Разрешающая способность дисплея (цена единицы младшего разряда), °C | 0,1 / 0,1 | 0,1 | | | |
| Показатель визирования | 50:1 | 30:1 | 30:1 | 50:1 | 50:1 |
| Примечание: * – где $ t $ - абсолютное значение температуры, °C, без учета знака. | | | | | |