

УТВЕРЖДАЮ
(в части п. 7.4.2.4)

Заместитель директора
по производственной
метрологии ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

11 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»



А.В. Федоров

11 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ- РЕГИСТРАТОРЫ
ЭСКО-Терра М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

26.51.65.000-002-11323367 МП

Введение

Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М (далее– теплосчетчики).

Методика поверки устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации по истечению интервала между поверками) поверок теплосчетчиков.

Интервал между поверками – четыре года.

Поверку теплосчетчиков осуществляют аккредитованные на проведение поверки в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Первичную и периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр теплосчетчиков. Периодической поверке могут не подвергаться теплосчетчики, находящиеся на длительном хранении.

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают теплосчетчики в случаях описанных в п.19 Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 (далее – Приказ 1815).

Теплосчетчик является измерительной системой вида ИС-1 по ГОСТ Р 8.596-2002 с функционально выделенными измерительными каналами (далее - ИК). В составе теплосчетчика реализованы простые (объемного расхода (объема); температуры теплоносителя; давления теплоносителя) и сложные (массы теплоносителя, разности температуры теплоносителя; количества теплоносителя; тепловой энергии; тепловой мощности) ИК.

Теплосчетчики конструктивно состоят из:

- тепловычислителя - 1 шт.;
- модуля аналоговых измерений (МАИ) – от 0 до 6 шт.;
- средств измерений утвержденного типа (далее - СИ) объемного расхода и/или объема с цифровыми (RS-485) и/или аналоговыми (частотные или числоимпульсные) выходными сигналами, в соответствии с таблицей А.1 Приложения А – от 1 до 15 шт.;
- СИ температуры или разности температур с цифровыми (RS-485 по протоколу Modbus) и/или аналоговыми (сопротивление с НСХ 100П, Pt100, 500П, 1000П, Pt1000) выходными сигналами, в соответствии с таблицей А.2 Приложение А – от 0 до 12 шт. (от 0 до 6 комплектов);
- СИ избыточного давления с цифровыми (RS-485 по протоколу Modbus) и/или аналоговыми (сила постоянного тока) выходными сигналами, в соответствии с таблицей А.3 Приложения А – от 0 до 12 шт.

Метод проведения поверки – поэлементный. Все СИ входящие в состав поверяемого теплосчетчика поверяются в соответствии методиками поверками на них, интервал между поверками – установлен при утверждении их типа. Если очередной срок поверки СИ наступает до очередного срока поверки теплосчетчика, поверяется только данное СИ, а поверка всего теплосчетчика не проводится.

Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава теплосчетчика для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и протоколе поверки информации об объеме проведенной поверки.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | № пункта методики поверки | Проведение операций при | |
|---|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7.1 | + | + |
| 2 Опробование (проверка функционирования) | 7.2 | + | + |
| 3 Идентификация программного обеспечения (ПО) | 7.3 | + | + |
| 4 Определение метрологических характеристик | 7.4 | + | + |

2 Средства поверки

2.1 При поверке теплосчетчика применяют средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование | Метрологические характеристики |
|--|---|
| Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д | Диапазон измерений температуры от 0 °С до +60 °С, основная допускаемая погрешность измерения температуры $\pm 0,3$ °С; диапазон измерения относительной влажности от 0 до 98 % при +23 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (ПГ): ± 2 % в диапазоне от 0 до 90 %; ± 3 % в диапазоне от 90 до 98 %; диапазон измерения атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, ПГ $\pm 2,5$ гПа. |
| Калибратор многофункциональный МС5-R (далее – МС5-R) | Воспроизведения сигналов силы постоянного тока (I): - диапазон воспроизведений: от 0 до 25 мА; - пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,02 \% \cdot I + 1 \text{ мкА})$. Воспроизведение сигналов синусоидальной и прямоугольной формы: - диапазон воспроизведений: от 0,0028 Гц до 50 кГц; - пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,01$ %. Воспроизведение последовательности импульсов: - диапазон воспроизведений: от 0 9999999 импульсов. |
| Мера электрического сопротивления многозначная МС3071- 110-14.1 (2 шт.) (далее – МС3071) | Диапазон номинальных значений сопротивления: от 0 до 9999,999 Ом; Класс точности: $c/d: 0,001/1,4 \cdot 10^{-5}; 0,002/1,4 \cdot 10^{-5}; 0,005/1,4 \cdot 10^{-5}$; Пределы допускаемой основной погрешности в течение каждого года со дня первичной поверки: $\pm(c+d \cdot (R_{\text{макс}}/R - 1))$ %, где $R_{\text{макс}}$ – наибольшее значение сопротивления; R – номинальное значение включенного сопротивления. |
| Частотомер электронно- счетный ЧЗ-63 (далее - ЧЗ-63) | Диапазон от 10^{-7} до 10^4 с, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений $\delta_T = \pm(\delta_o + \delta_{\text{зап}} + \Gamma_o/\tau_{\text{сч}})$, где δ_o – относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника опорной частоты; $\delta_{\text{зап}}$ – погрешность запуска; $\tau_{\text{сч}}$ – период меток времени, с. |
| Источник питания | Постоянный ток 24 В. |
| Персональный компьютер (ПЭВМ) | IBM PC совместимый, наличие интерфейсов USB, RS-232, RS-485. 64-разрядная операционная система, версия не ниже Windows 7. |
| ПО «Конфигуратор ЭСКО-Терра М» | Доступно для загрузки с интернет страницы: www.esco3e.ru . |
| Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых теплосчетчиков с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики, обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике, не менее 1 к 3). | |

2.2 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы. Средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке. Вспомогательные оборудование должно обеспечивать необходимые режимы поверки и иметь действующие свидетельства об аттестации.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, прошедших обучение и проверку знаний требований охраны труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90, годных по состоянию здоровья, и изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию (ЭД) на: теплосчетчики, средства поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 Требования безопасности

4.1 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в нормативно-методической, нормативно-технической документации и ЭД на применяемые средства поверки.

5 Условия проведения поверки

5.1 Все работы по поверке проводят при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

5.2 Климатические условия должны соответствовать требованиям, установленным в технической и эксплуатационной документации на средства поверки.

5.3 Параметры электрического питания (напряжение постоянный ток), В

- тепловычислитель и МАИ от 20,4 до 27,6.

5.4 В непосредственной близости (на расстоянии до трех метров) от теплосчетчика должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, кроме земного.

5.5 Вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчика и средств измерений, должны отсутствовать.

6 Подготовка к поверке

6.1 Подготавливают к работе средства поверки согласно эксплуатационной документации на них.

6.2 Проверяют соблюдение условий раздела 5 настоящей методики.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности и маркировки поверяемого теплосчетчика (его составных частей) эксплуатационной документации (ЭД);
- что, все СИ входящие в состав поверяемого теплосчетчика, поверены в установленном порядке (наличие знака поверки и (или) свидетельства о поверке, и (или) отметки в паспорте);
- отсутствие повреждений и дефектов, препятствующих проведению поверки:
 - состояние защитных покрытий (они должны быть прочными, ровными, без царапин и обеспечивать защиту от коррозии);
 - исправность элементов коммутации (клеммников, разъемов и т.д.);
 - отсутствие на корпусе трещин и повреждений;
- наличие пломб.

7.1.2 Результаты проверки по п.7.1 признают положительными, если установлены:

- соответствие комплектности и маркировки поверяемого теплосчетчика ЭД;
- что, все СИ входящие в состав поверяемого теплосчетчика поверены в установленном порядке;
- отсутствие повреждений и дефектов, препятствующих проведению поверки;
- наличие пломб.

7.1.3 При выявлении несоответствий, поверка прекращается, до их устранения. В случае невозможности устранить несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

7.2 Опробование (проверка функционирования)

7.2.1 При опробовании проверяют

- исправность органов управления и индикации на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) тепловычислителя, соответствие диапазонов измерений теплосчетчика, значениям, указанным в настройках тепловычислителя;

- работоспособность интерфейсов RS–232C и RS–485 проводят путем сличения значений установленных параметров (режим меню «Конфигурация») и выводимых на экран монитора ПЭВМ;

- работу при батарейном питании, записывают текущее время с ЖКИ и отключают напряжение питания на время не менее чем две минуты. Затем подают напряжение питания.

7.2.2 Результаты проверки по п.7.2 признают положительными, если установлены:

- исправность органов управления и индикации на ЖКИ тепловычислителя, соответствие диапазонов измерений теплосчетчика, значениям, указанным в настройках тепловычислителя;

- работоспособность интерфейсов RS–232C и RS–485, отсутствует разница между данными, выводимыми на дисплей ПЭВМ подключенного к тепловычислителю, и установленными параметрами тепловычислителя;

- работа при батарейном питании, счет времени при отсутствии внешнего питания не прекратился.

7.2.3 При выявлении несоответствий, поверка прекращается, до их устранения. В случае невозможности устранить несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

7.3 Идентификация ПО

7.3.1 В соответствии с ЭД на поверяемый теплосчетчик выводят на ЖКИ идентификационные данные ПО тепловычислителя (ПО ТВ) и ПО МАИ (меню «Службные»). Идентификационные данные ПО приведены в таблице 3.

Таблица 3

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | |
|--|------------------|------------|
| | ПО ТВ | ПО МАИ |
| Идентификационное наименование ПО | ESCO_terra_m.hex | ESCO_m.hex |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | 1.00 | 1.00 |
| Цифровой идентификатор ПО | ----- | ----- |

7.3.2 Результаты проверки по п. 7.3 признают положительными, если отображаемая версия ПО тепловычислителя и МАИ не ниже 1.00.

7.3.3 В случае несоответствия идентификационных данных ПО результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

7.4 Определение метрологических характеристик

В случае отсутствия МАИ в комплектности поверяемого теплосчетчика сразу переходят к п. 7.4.6. В случае наличия МАИ в комплектности поверяемого теплосчетчика проверка проводится для каждого МАИ, при этом проверке подвергается каждый измерительный вход (2 – для измерений и преобразований силы постоянного тока в значение физической величины; 2 – для измерений электрического сопротивления и преобразования в значение физической величины; 2 – для измерений частоты электрических сигналов и преобразования в значение физической величины или для измерений количества электрических сигналов (импульсов) и преобразований в значение физической величины), в соответствии с настройками МАИ. Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов (измерительных входов) и (или) отдельных автономных блоков (МАИ) из состава теплосчетчика для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и протоколе поверки информации об объеме проведенной поверки.

При проведении поверки по п. 7.4 допускается совмещать подпункты.

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

Подключение поверочного оборудования (средств поверки) производят в соответствии с приложением Г документа 26.51.65.000-002-11323367 РЭ (далее - РЭ).

7.4.1 Определение относительной погрешности измерений частоты электрических сигналов и преобразования в значение физической величины ($\delta_{\text{МАИ}(G1)}$), для измерительных входов МАИ запрограммированных на прием частотных сигналов.

7.4.1.1 С помощью средств поверки (МС5-R) задают частотный сигнал ($f_{\text{эт}}$, амплитуда +5 В и скважность 2) соответствующий объемному расходу (три контрольные точки (i) равномерно распределенные в диапазоне измерений), далее рассчитывают измеренное значение частоты ($f_{\text{изм}}$) по показаниям измеренного объемного расхода теплосчетчика ($G_{\text{изм}}$) по формуле 1

$$f_{\text{изм}} = G_{\text{изм}} \cdot \frac{f_{\text{max}}}{G_{\text{max}}} \quad (1)$$

где f_{max} – максимальное значение частоты, при G_{max} для испытуемого измерительного входа (берется из ЭД на поверяемый теплосчетчик, не более 10 кГц);

G_{max} – максимальное значение объемного расхода (берется из эксплуатационной документации на поверяемый теплосчетчик), м³/ч.

Значения $f_{\text{эт}}$ и $f_{\text{изм}}$ заносят в таблицу 4

Таблица 4

| i | Расход в % от G_{max} | Время, с | $f_{\text{эт}}$, Гц | $f_{\text{изм}}$, Гц |
|-----|--------------------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| 1 | от 0 до 10 | | | |
| 2 | от 45 до 55 | | | |
| 3 | от 90 до 100 | | | |

7.4.1.2 Далее для каждой контрольной точки (i) рассчитывают $\delta_{\text{МАИ}(G1)(i)}$ по формуле 2

$$\delta_{\text{МАИ}(G1)(i)} = \left(\frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

7.4.1.3 Результаты поверки по п. 7.4.1 признают положительными, если во всех контрольных точках выполняется условие $\delta_{\text{МАИ}(G1)(i)} \leq \pm 0,06$ %. В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

Примечание – Продолжительность интервала времени измерений при поверке определяется значением (с), устанавливаемым в разделе «Поверка», ПО «Конфигуратор ЭСКО-Терра М» (далее «ПО»). В меню ПО «Данные поверки» или на ЖКИ считывают значения результатов измерений за этот интервал времени для каждого канала измерений.

Рекомендуемое время измерения в контрольной точке $i1=600$ с, в контрольной точке $i2=90$ с, в контрольной точке $i3=30$ с.

7.4.2 Определение погрешности измерений количества электрических сигналов (импульсов) и преобразований в значение физической величины ($\delta_{\text{МАИ}(G2)}$), для измерительных входов МАИ запрограммированных на прием импульсных сигналов.

7.4.2.1 С помощью средств поверки (МС5-R) задают пакет импульсов 10000 шт. ($N_{\text{зад}}$, период следования $T=1$ с и амплитуду импульсов +5 В) соответствующий объему (по умолчанию 1 импульс равен 1 литру, в противном случае $V_{\text{зад}}$ рассчитывается по формуле 3), далее фиксируют значение объема по показаниям теплосчетчика ($V_{\text{изм}}$, необходимо фиксировать показания, «до» и «после», т.к. объем фиксируется нарастающим итогом, соответственно $V_{\text{изм}}$ получают как разность) и заносят в таблицу 5

$$V_{\text{зад}} = 0,001 \cdot K_V \cdot N_{\text{зад}} \quad (3)$$

где K_V - значение весового коэффициента импульса, л/имп (при поверке $K_V = 1$ л/имп).

Таблица 5

| <i>i</i> | $N_{\text{зад}}$, ИМПУЛЬСОВ | $V_{\text{зад}}$, Л | $V_{\text{изм}}$, Л | $\delta_{\text{МАИ}(G2)(i)}$, % |
|----------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1 | 10000 | | | |
| 2 | 10000 | | | |
| 3 | 10000 | | | |

7.4.2.2 Далее для каждой контрольной точки рассчитывают $\delta_{\text{МАИ}(G2)(i)}$ по формуле 4

$$\delta_{\text{МАИ}(G2)(i)} = \left(\frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{зад}}}{V_{\text{зад}}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

7.4.2.3 Результаты поверки по п. 7.4.2 признают положительными, если выполняется условие $\delta_{\text{МАИ}(G2)(i)} \leq \pm 0,01$ %. В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

7.4.2.4 Определение относительной погрешности ИК объемного расхода (объема) воды и/или теплоносителя (δ_G).

7.4.2.4.1 Определение δ_G проводят расчетным путем.

7.4.2.4.2 Определение δ_G проводят для каждого ИК объемного расхода (объема) воды и/или теплоносителя, указанного в паспорте на поверяемый теплосчетчик.

7.4.2.4.3 Определение δ_G проводят при максимальном и минимальном расходе воды и/или теплоносителя по формуле 5, полученное значение δ_G округляют до второго знака после запятой:

$$\delta_G = \pm \sqrt{\delta_{\text{СИ}(G)}^2 + \delta_{\text{МАИ}(G)}^2} \quad (5)$$

где $\delta_{\text{СИ}(G)}$ - пределы допускаемой относительной погрешности СИ (с учетом основной и дополнительной погрешностей в рабочих условиях поверяемого теплосчетчика) объемного расхода и/или объема применяемого в составе поверяемого ИК, в соответствии с описанием типа на данное СИ, %;

$\delta_{\text{МАИ}(G)}$ - пределы допускаемой относительной погрешности измерений и преобразований выходных аналоговых сигналов МАИ от СИ объемного расхода и/или объема (для СИ с частотным выходным сигналом подставляем $\delta_{\text{МАИ}(G)} = \pm 0,06$ %; для СИ с импульсным выходным сигналом подставляем $\delta_{\text{МАИ}(G)} = \pm 0,01$ %; для СИ с цифровым выходным сигналом подставляем $\delta_{\text{МАИ}(G)} = 0$ %;).

7.4.2.4.4 Результаты поверки по п. 7.4.2.4 признают положительными, если для ИК объемного расхода (объема) поверяемого теплосчетчика выполняется условие:

- для теплосчетчиков класса 1: $\delta_G \leq \pm(1+0,01 \cdot G_{\text{max}}/G) \leq \pm 3,5$;

- для теплосчетчиков класса 2: $\delta_G \leq \pm(2+0,02 \cdot G_{\text{max}}/G) \leq \pm 5$.

В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

7.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления и преобразования в значение физической величины ($\Delta_{\text{МАИ}(t)}$) и относительной погрешности измерений и вычислений разности температуры МАИ ($\delta_{\text{МАИ}(\Delta t)}$)

7.4.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления и преобразования в значение физической величины ($\Delta_{\text{МАИ}(t)}$)

7.4.3.1.1 С помощью средств поверки (МС3071) задают сопротивление соответствующее воспроизводимой точке температуры, при этом используют табличные данные и/или формулы ГОСТ 6651-2009. $\Delta_{\text{МАИ}(t)}$ определяют для каждого измерительного входа температуры поверяемого теплосчетчика, при пяти значениях измеряемой величины (контрольные точки $i=1, 2, 3, 4, 5$), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, близких нижнему и верхнему предельным значениям. Диапазон измерений и НСХ в соответствии с эксплуатационной документацией на поверяемый теплосчетчик.

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

7.4.3.1.2 Задаваемое значение сопротивления $R_{зад(i)}$ соответствующее контрольной точке «i» в зависимости от НСХ, расчетное значение температуры $t_{расч(i)}$ соответствующее $R_{зад(i)}$ и $t_{изм(i)}$ по показаниям поверяемого теплосчетчика заносят в таблицу 6.

Таблица 6

| i | $R_{зад(i)}$, Ом | $t_{расч(i)}$, °С | $t_{изм(i)}$, °С | $\Delta_{МАИ(t(i))}$, °С | Допуск, °С |
|-----|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| 1 | | | | | $\pm 0,15$ |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

7.4.3.1.3 Далее рассчитывают абсолютную погрешность $\Delta_{МАИ(t(i))}$ для каждой контрольной точки «i» как разность $t_{изм(i)}$ и $t_{расч(i)}$.

4.4.3.1.4 Результаты поверки по п. 7.4.3.1 признают положительными, если для каждого измерительного входа температуры выполняются условия: $\Delta_{МАИ(t(i))} \leq \pm 0,15$ °С, если данные условия не выполняются результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4. В случае проведения поверки отдельных измерительных каналов (измерительных входов) и (или) отдельных автономных блоков (МАИ) из состава теплосчетчика на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца, сведения об объеме проведенной поверки указываются в свидетельстве о поверке и протоколе поверки.

Примечание – В случае использования иных средств поверки и/или если метрологические характеристики применяемых средств поверки не обеспечивают определение метрологических характеристик поверяемых теплосчетчиков с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики, обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике, не менее 1 к 3) допускается контролировать воспроизводимое сопротивление и/или соответствующее ему значение температуры с помощью измерителя температуры многоканального прецизионного МИТ 8.10М (рег. № 19736-11). Также допускается проводить поверку измерительного канала температуры целиком при этом датчик температуры входящий в состав поверяемого канала теплосчетчика помещается в термостат, температура в котором контролируется эталонным термометром, далее воспроизводят 5 контрольных точек «i», далее рассчитывают абсолютную погрешность для каждой контрольной точки $\Delta_{(i)}$, как разность измеренных значений температуры между показаниями поверяемого теплосчетчика $t_{изм(i)}$ и эталонного термометра $t_{эт(i)}$, результаты поверки данным способом признают положительными, если выполняются условия $\Delta_{(i)} \leq \pm (|\Delta_{СИ(t)}| + 0,15) \leq \pm (0,6 + 0,004 \cdot |t_{эт(i)}|)$, где $\Delta_{СИ(t)}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности датчика температуры применяемого в составе теплосчетчика, °С.

7.4.3.2 Определение относительной погрешности измерений и вычислений разности температуры МАИ ($\delta_{МАИ(\Delta t)}$)

7.4.3.2.1 С помощью средств поверки (МС3071 2 шт.) задают сопротивление соответствующее воспроизводимым точкам температуры для измерительных входов температуры по которым вычисляется разность температур, при этом используют табличные данные и/или формулы ГОСТ 6651-2009. $\delta_{МАИ(\Delta t)}$ определяют для каждой пары измерительных входов температуры, по которым вычисляется разность температур поверяемого теплосчетчика, при трех значениях разности температур (контрольные точки $i=1, 2, 3$), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, близких нижнему и верхнему предельным значениям. Диапазон измерений и НСХ в соответствии с эксплуатационной документацией на поверяемый теплосчетчик.

7.4.3.2.2 Задаваемые значения сопротивления $R_{зад.пр(i)}$ и $R_{зад.обр(i)}$ соответствующее контрольной точке «i» в зависимости от НСХ, расчетные значения температуры $t_{расч.пр(i)}$ и $t_{расч.обр(i)}$ соответствующие $R_{зад.пр(i)}$ и $R_{зад.обр(i)}$ и задаваемую разность температур $\Delta_{зад(i)}$, определяется как

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

разность между $t_{расч.пр(i)}$ и $t_{расч.обр(i)}$, а также $\Delta_{изм(i)}$ по показаниям поверяемого теплосчетчика заносят в таблицу 7.

Таблица 7

| i | $R_{зад.пр(i)}$, Ом | $R_{зад.обр(i)}$, Ом | $t_{пр(i)}$, °С | $t_{обр(i)}$, °С | $\Delta_{зад(i)}$, °С | $\Delta_{изм(i)}$, °С | $\delta_{МАИ(\Delta)}$, % | $\delta_{МАИ(\Delta)}$, % |
|-----|----------------------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| 1 | | | | | | | | $\pm(0,25+\Delta t_{min}/\Delta t_{зад})$ |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |

7.4.3.2.3 Рассчитывают относительную погрешность измерения разности температур $\delta_{МАИ(\Delta)}$ по формуле 6

$$\delta_{МАИ(\Delta)(i)} = \left(\frac{\Delta_{изм(i)} - \Delta_{зад(i)}}{\Delta_{зад(i)}} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

7.4.3.2.4 Результаты поверки по п. 7.4.3.2 признают положительными, если для каждой пары измерительных входов температуры, по которым вычисляется разность температур выполняются условия: $\delta_{МАИ(\Delta)} \leq \pm(0,25+\Delta t_{min}/\Delta t_{зад})$ °С, если данные условия не выполняются результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4. В случае проведения поверки отдельных измерительных каналов (измерительных входов) и (или) отдельных автономных блоков (МАИ) из состава теплосчетчика, в соответствии с заявлением владельца, сведения об объеме проведенной поверки указываются в свидетельстве о поверке и протоколе поверки.

Примечание – В случае использования иных средств поверки и/или если метрологические характеристики применяемых средств поверки не обеспечивают определение метрологических характеристик поверяемых теплосчетчиков с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики, обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике, не менее 1 к 3) допускается контролировать воспроизводимые сопротивления и/или соответствующие им значения температуры с помощью измерителя температуры многоканального прецизионного МИТ 8.10М (рег. № 19736-11). Также допускается проводить поверку измерительного канала температуры целиком при этом датчики температуры (комплект) входящие в состав поверяемых каналов теплосчетчика помещаются в термостаты, которые воспроизводят значения $t_{пр(i)}$ и $t_{обр(i)}$ между которыми определяется $\Delta_{зад(i)}$, температура в термостатах контролируется эталонными термометрами, всего воспроизводят 3 контрольные точки «i», далее рассчитывают по формулу 5 относительную погрешность измерения разности температур $\delta_{\Delta(i)}$ для каждой контрольной точки, результаты поверки данным способом признают положительными, если выполняются условия $\delta_{\Delta(i)} \leq \pm \sqrt{\delta_{СИ(\Delta)}^2 + (0,25 + \Delta t_{min} / \Delta t_{зад})^2} \leq \pm(0,5+3 \cdot \Delta t_{min}/\Delta t_{зад})$, где $\delta_{СИ(\Delta)}$ - пределы допускаемой относительной погрешности комплекта термопреобразователей сопротивления применяемого в составе теплосчетчика, %.

7.4.4 Определение приведенной к верхнему диапазону измерений погрешности измерений и преобразований силы постоянного тока в значение физической величины ($\gamma_{МАИ(P)}$)

7.4.4.1 С помощью средств поверки задают значение избыточного давления (имитируя аналоговый выходной сигнал от СИ давления, диапазон измерений избыточного давления ($D_{изм}$) в соответствии с настройками поверяемого теплосчетчика, зависимость преобразования - линейно-возрастающая) в соответствии с таблицей 8 и фиксируют измеренное значение избыточного давления по показаниям испытываемого теплосчетчика $P_{изм}$

Таблица 8

| <i>i</i> | $I_{зад}$, мА | $P_{расч}$, МПа | $P_{изм}$, МПа | $\gamma_{МАИ(P(i))}$, % |
|----------|----------------|------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 4 | | | |
| 2 | 12 | | | |
| 3 | 20 | | | |

7.4.4.2 Рассчитывают приведенную к верхнему диапазону измерений (P_{max}) погрешность измерений и преобразований силы постоянного тока в значение физической величины $\gamma_{МАИ(P(i))}$ по формуле 7

$$\gamma_{МАИ(P(i))} = \left(\frac{P_{изм(i)} - P_{зад(i)}}{P_{max}} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

7.4.4.3 Результаты поверки по п. 7.4.4 признают положительными, если выполняется условие $\gamma_{МАИ(P(i))} \leq \pm 0,5\%$. В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

7.4.5 Определение относительной погрешности измерений и преобразований входных аналоговых сигналов от СИ входящих в состав теплосчетчика с последующим вычислением тепловой энергии (тепловой мощности).

7.4.5.1 Определение относительной погрешности измерений и преобразований входных аналоговых сигналов от СИ входящих в состав теплосчетчика с последующим вычислением тепловой энергии (тепловой мощности) $\delta E_{(i)}$ проводят для каждого набора измерительных каналов по которым вычисляется тепловая энергия (тепловая мощность). Допускается (при наличии соответствующего технического оснащения поверочного стенда) одновременное проведение поверки всех измерительных каналов. Значения избыточных давлений теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах программируют для каждого канала, соответственно: $P_1=0,9$ МПа, $P_2=0,5$ МПа.

7.4.5.2 С помощью средств поверки (МС5-R и МС3071 2 шт.) имитируют выходные сигналы от средств измерений (объемного расхода, объема и температуры) на измерительные входа поверяемого теплосчетчика по которым осуществляется вычисление тепловой энергии (тепловой мощности). $\delta E_{(i)}$ определяют в двух контрольных точка «i», воспроизводимые режимы в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

| <i>i</i> | Расход в % от G_{max} | Частота в % от f_{max} | $\Delta t_{зад}$, °С | $E_{расч(i)}$, % | $E_{изм(i)}$, % | $\delta E_{(i)}$, % |
|----------|----------------------------|-----------------------------|---|-------------------|------------------|----------------------|
| 1 | 90±5 | 95±5 | от Δt_{min} до $\Delta t_{min} + 0,5$ | | | |
| 2 | 2,05±0,05 | 2,05±0,05 | от $\Delta t_{max} - 1$ до Δt_{max} | | | |

Если каналы измерений объема теплоносителя запрограммированы на прием частотных сигналов, то в каждой точке поверки на МС5-R устанавливают значение частоты в соответствии с таблицей 9. При этом значения амплитуды должны соответствовать значениям, указанным в п. **Ошибка! Источник ссылки не найден.1.**

Если каналы измерений объема теплоносителя запрограммированы на прием импульсных сигналов, то на МС5-R устанавливают параметры импульсных сигналов в соответствии с требованиями п. **Ошибка! Источник ссылки не найден.2.** Рекомендуемое время $\tau_{И} = 240$ с.

7.4.5.3 δE определяют по формуле 8

$$\delta E_{(i)} = \frac{E_{изм(i)} - E_{расч(i)}}{E_{расч(i)}} \cdot 100 \quad (8)$$

где $E_{расч}$ - расчетное значение тепловой энергии, вычисленное по формуле 9, кДж (ккал);

$$E_{расч(i)} = \rho_{(i)} \cdot V_{(i)} \cdot (h1_{(i)} - h2_{(i)}) \quad (9)$$

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

где ρ – плотность теплоносителя (воды) в подающем трубопроводе в зависимости от температуры и давления, кг/м³;

V – расчетное значение объема теплоносителя (воды) в подающем трубопроводе, определяемое по формуле 10 в случае частотных входных сигналов каналов измерений объема и по формуле 3 для импульсных сигналов, м³;

h_1 – энтальпия воды в подающем трубопроводе при температуре t_1 в соответствии с таблицей 9 и избыточном давлении $P_1 = 0,9$ МПа, кДж/кг (ккал/кг);

h_2 – энтальпия воды в обратном трубопроводе при температуре t_2 в соответствии с таблицей 9 и избыточном давлении $P_2 = 0,5$ МПа, кДж/кг (ккал/кг).

$$V = \frac{\tau_{И} \cdot G_{\max}}{3600 \cdot f_{\max}} \cdot f_{ЭТ} \quad (10)$$

где $f_{ЭТ}$ – значение частоты по показаниям эталонного частотомера, Гц;

f_{\max} – значение частоты при максимальном расходе, Гц;

G_{\max} – значение максимального расхода, м³/ч;

$\tau_{И}$ – время измерения, с;

Примечание – Значения энтальпий и плотностей определяют по таблицам «ГСССД 187–99. «Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,001 ...1000 МПа».

7.4.5.2 Результаты поверки по п. 7.4.5 признают положительными, если относительная погрешность измерений и преобразований входных аналоговых сигналов от СИ входящих в состав теплосчетчика с последующим вычислением тепловой энергии (тепловой мощности) δE , рассчитанная по формуле 8 для каждого набора измерительных входов по которым вычисляется тепловая энергия (тепловая мощность) не более $\pm(0,5 + \Delta t_{\min}/\Delta t)$ %, где Δt_{\min} – минимальная разность температур, измеряемая теплосчетчиком; $\Delta t_{\text{зад}}$ – измеряемая разность температур. В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

Примечание – В случае использования иных средств поверки и/или если метрологические характеристики применяемых средств поверки не обеспечивают определение метрологических характеристик поверяемых теплосчетчиков с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики, обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике, не менее 1 к 3) допускается контролировать воспроизводимые сопротивления и/или соответствующие им значения температуры обеспечивающие $\Delta t_{\text{зад}}$, с помощью измерителя температуры многоканального прецизионного МИТ 8.10М (рег. № 19736-11). Также допускается задавать $\Delta t_{\text{зад}}$ с помощью термостатов, при этом датчики температуры (комплект) входящие в состав поверяемых каналов теплосчетчика помещаются в термостаты, которые воспроизводят значения $t_{\text{пр}(i)}$ и $t_{\text{обр}(i)}$ между которыми определяется $\Delta_{\text{зад}(i)}$, температура в термостатах контролируется эталонными термометрами, всего воспроизводят 2 контрольные точки «i», далее рассчитывают по формуле 8 относительную погрешность измерений и преобразований входных аналоговых сигналов от СИ входящих в состав теплосчетчика с последующим вычислением тепловой энергии (тепловой мощности) $\delta E_{(i)}$ для каждой контрольной точки, результаты поверки данным способом признают положительными, если выполняются условия $\delta E_{(i)} \leq \pm(1 + 4 \cdot \Delta t_{\min}/\Delta t_{\text{зад}})$.

7.4.6 Определение относительной погрешности измерения текущего времени

7.4.6.1 В соответствии с ЭД на теплосчетчик переводят тепловычислитель в режим поверки и подключают к нему средства поверки (МС5-R и/или ЧЗ-63). При проведении измерений выходной сигнал тепловычислителя частотой 32768 Гц подают на измерительный вход средства поверки.

7.4.6.2 Значение относительной погрешности измерений текущего времени определяют по формуле 11

$$\delta T = \frac{f_{\text{вос}} - f_3}{f_3} \cdot 100 \quad (11)$$

где f_3 – частота выходных импульсов, измеренная с помощью средств поверки, Гц;
 $f_{\text{вос}}$ – запрограммированный в тепловычислителе поверочный выходной сигнал, равный 32768 Гц.

7.4.6.3 Результаты поверки по п. 7.4.6 признают положительными, если относительная

погрешность измерения текущего времени не более $\pm 0,05$ %. В случае несоответствия результаты поверки признают отрицательными и переходят к п. 8.4.

Примечание – Допускается проводить определение относительной погрешности измерения текущего времени непосредственным сличением интервала времени, измеренного поверяемым теплосчетчиком, с эталонным интервалом временем. При этом необходимо вывести на ЖКИ тепловычислителя показания текущего времени, в соответствии с ЭД на поверяемый теплосчетчик. В момент смены наименьшего разряда показаний текущего времени включить секундомер. Значение относительной погрешности измерений текущего времени определяют по формуле 12

$$\delta T = \frac{T_{\text{изм}} - T_{\text{э}}}{T_{\text{э}}} \cdot 100 \quad (12)$$

где $T_{\text{изм}}$ – интервал времени, измеренный теплосчетчиком, с;

$T_{\text{э}}$ – интервал времени, измеренный секундомером, с.

Определение значения относительной погрешности измерений интервалов времени производится не менее двух раз, время измерений не менее 2 ч. Далее полученную δT проверяют на соответствие п. 7.4.6.3.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке теплосчетчика с перечислением всех составных частей теплосчетчика с указанием их типов и заводских номеров и (или) делают соответствующую запись в паспорте с подписью поверителя, проводившего поверку. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и (или) в паспорт теплосчетчика. При проведении поверки отдельных измерительных каналов (измерительных входов) и (или) отдельных автономных блоков (МАИ) из состава теплосчетчика для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, оформляется свидетельство о поверке с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

8.3 Результаты поверки СИ входящих в состав теплосчетчика оформляют согласно указаниям методик поверки на данные СИ.

8.4 При отрицательных результатах поверки теплосчетчик к применению не допускают, имеющийся оттиск клейма поверителя гасят, выдают извещение о непригодности и делают соответствующую запись в паспорте.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Измерительные компоненты (средства измерений (СИ))

входящие в состав теплосчетчиков

Таблица А.1 – СИ объемного расхода и/или объема

| № | Наименование и тип СИ | Номер в ФИФ СИ РФ |
|----|--|-------------------|
| 1 | Счётчики холодной воды и горячей воды СХВ (СХВ-15, СХВ-15Д, СХВ-20, СХВ-20Д), СГВ (СГВ-15, СГВ-15Д, СГВ-20, СГВ-20Д) | 16078-13 |
| 2 | Преобразователи расхода электромагнитные ПРЭМ | 17858-11 |
| 3 | Счётчики холодной и горячей воды МТК/МНК/МТW Водочет | 19728-03 |
| 4 | Счетчики-расходомеры электромагнитные РМ-5 | 20699-11 |
| 5 | Расходомеры-счетчики ультразвуковые «ВЗЛЕТ МР» | 28363-14 |
| 6 | Расходомеры-счетчики электромагнитные ЭСКО-РВ.08 | 28868-10 |
| 7 | Счётчики холодной и горячей воды ВСХ, ВСХд, ВСГ, ВСГд, ВСТ | 51794-12 |
| 8 | Расходомеры счетчики электромагнитные «ВЗЛЕТ ЭР» модификация «Лайт М» | 52856-13 |
| 9 | Счётчики воды многоструйные Пульсар М, Пульсар ММ | 56351-14 |
| 10 | Счётчики холодной и горячей воды универсальные ЕТW1 15 ВИНД-ЭКС | 60378-15 |
| 11 | Расходомеры УРЖ2КМ Модель 3 | 62890-15 |
| 12 | Счётчики воды одноструйные Пульсар | 63458-16 |
| 13 | Расходомеры-счетчики электромагнитные ПИТЕРФЛОУ | 66324-16 |
| 14 | Расходомеры-счётчики электромагнитные ЭСКО-Р* | 72089-18 |

* Могут комплектоваться двумя термопреобразователями сопротивления и двумя датчиками избыточного давления, соответственно измеренные значения объемного расхода, объема, температуры и давления формируются в цифровой (RS-485) выходной сигнал

Таблица А.2 – СИ температуры и разности температур

| № | Наименование и тип СИ | Номер в ФИФ СИ РФ |
|----|---|-------------------|
| 1 | Термопреобразователи ИТ | 17943-10 |
| 2 | Комплекты термопреобразователей сопротивления КТСП-Н | 38878-17 |
| 3 | Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП-Н | 38959-17 |
| 4 | Комплекты термометров сопротивления из платины технически разностных КТПТР-04, КТПТР-05, КТПТР-05/1 | 39145-08 |
| 5 | Термометры сопротивления ТЭМ-100 | 40592-09 |
| 6 | Комплекты термометров сопротивления ТЭМ-110 | 40593-09 |
| 7 | Комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б | 43096-15 |
| 8 | Комплекты термометров сопротивления из платины технических разностных КТПТР-01, КТПТР-03, КТПТР-06, КТПТР-07, КТПТР-08 | 46156-10 |
| 9 | Термопреобразователи сопротивления ТСМ 319М, ТСП 319П, ТСМ 320М, ТСП 320П, ТСМ 321М, ТСП 321П, ТСМ 322М, ТСП 322П, ТСМ 323М, ТСП 323П | 60967-15 |
| 10 | Термопреобразователи сопротивления ТС-Б | 61801-15 |
| 11 | Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП, ТСП-К | 65539-16 |
| 12 | Датчики температуры TOPAZ DT RS485 | 71866-18 |

Теплосчетчики–регистраторы ЭСКО-Терра М. Методика поверки

Таблица А.3 – СИ избыточного давления

| | Наименование | Номер в ФИФ СИ РФ |
|---|--|----------------------|
| 1 | Преобразователи давления измерительные НТ | 26817-17 |
| 2 | Датчики давления ИД | 26818-15 |
| 3 | Преобразователи давления измерительные СДВ | 28313-11 |
| 4 | Преобразователи избыточного давления ПД-Р | 40260-11 |
| 5 | Датчики давления малогабаритные КОРУНД | 47336-16 |
| 6 | Датчики избыточного давления с электрическим выходным сигналом ДДМ-03Т-ДИ | 55928-13 |
| 7 | Преобразователи давления измерительные Сапфир-22МПС | 66504-17 |