

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ» –
генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»



А.В. Федоров

2014 г.

ИНСТРУКЦИЯ
РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ МАССОВЫЕ
СЕРИИ ST
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МЦКЛ.0126 МП

2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	3
3 Требования к квалификации операторов	4
4 Требования безопасности	4
5 Условия поверки	4
6 Подготовка к поверке	5
7 Проведение поверки	5
8 Оформление результатов поверки	8
Приложение А Основные характеристики	9

Введение

Настоящая Методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики массовые серии ST (далее – расходомеры), изготовленные фирмой «Fluid Components International», США.

Методика поверки устанавливает методы и средства первичной (при вводе в эксплуатацию и/или после ремонта) и периодической поверок.

В зависимости от конструкции, условий применения расходомеры разделены на модели: ST50; ST51; ST75; ST98; ST98L; ST100; ST100L; ST102; ST110; ST112.

Расходомеры предназначены для измерений массового расхода и вычисления массы, объемного расхода и объема (приведенных к стандартным условиям) различных чистых газов и газовых смесей известного состава.

Первичную и периодическую поверки осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Интервал между поверками – четыре года.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)	7.2	+	+
3 Опробование	7.3	+	+
4 Определение метрологических характеристик (МХ)	7.4	+	+
5 Оформление результатов поверки	8	+	+

1.2 При отрицательных результатах одной из операций дальнейшая поверка расходомеров прекращается.

2 Средства поверки

2.1 Перечень средств измерений и вспомогательного оборудования (далее – средства поверки), применяемых при проведении поверки:

- установка поверочная газодинамическая УПГ-10, максимальный расход 12000 м³/ч, пределы относительной погрешности ± 0,3 %;

- датчик или преобразователь температуры, абсолютная погрешность измерений температуры газа не более ± 0,25 °С (в случае отсутствия в составе установки);

- датчик или преобразователь абсолютного давления или датчики избыточного и барометрического давления, относительная погрешность измерения давления в точке поверке не более ± 0,1 (в случае отсутствия в составе установки);

- ПЭВМ с установленным программным обеспечением;

- меры электрического сопротивления однозначные МС3006, номинальные значения сопротивлений: 10 Ом, 50 Ом, 100 Ом, 150 Ом, 300 Ом, класс точности 0,001;

- меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные МС3070, диапазон номинальных значений сопротивлений от 10⁻² до 1,111111 10⁵ Ом, класс точности 0,001/1,5 10⁻⁶;

- измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8, диапазоны измерений температуры от минус 200 до 250 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,004 + 10^{-5} \cdot t)$ °С (t – измеряемая температура);

- термостат для реперных точек модели 9260, диапазон воспроизводимых температур от 50 до 680 °С, предел допускаемой абсолютной погрешности выхода на заданную температуру $\pm 0,5$ °С, регистрационный № 44373-10 в Госреестре СИ РФ;

- термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 по ТУ 4381-151-56835627-06, диапазон рабочих температур от минус 40 °С до плюс 100 °С, нестабильность поддержания заданной температуры $\pm 0,01$ °С;

- термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 по ТУ 4381-151-56835627-06, диапазон рабочих температур от плюс 35 °С до плюс 300 °С, нестабильность поддержания заданной температуры $\pm 0,01$ °С;

- Термометр цифровой прецизионный DTI-1000, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,31$ °С, в диапазоне температур от минус 50 до плюс 400 °С.

2.2 Допускается применение других средств поверки, отличных от приведенных в п. 2.1, обеспечивающих поверку метрологических характеристик расходомера с требуемой точностью (отношение метрологической характеристики обеспечиваемой средствами поверки к поверяемой метрологической характеристике расходомера не менее 1 к 3).

2.3 Все средства измерений (рабочие эталоны) должны быть поверены.

3 Требования к квалификации операторов

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 на расходомеры и средства поверки.

3.2 К работе со средствами измерений и поверочной установкой допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и допущенные к работе на электроустановках напряжением до 1000 В.

4 Требования безопасности

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

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды (воздух) от (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

5.2 Измеряемая среда при поверке воздух¹ или газ (газовая смесь), на котором эксплуатируется расходомер.

5.3 Условия проведения поверки не должны выходить за рабочие условия эксплуатации расходомеров и эталонных средств измерений.

5.4 Вибрация, источники магнитных и электрических полей влияющих на работу расходомеров должны отсутствовать.

5.5 Отклонение расхода в процессе определения погрешности расходомеров не должно превышать 0,3 % от среднего значения расхода.

¹ – при условии, что измеряемая среда воздух (поверяемый расходомер калибровался на воздухе, например расходомеры моделей ST1XX имеют две калибровочные характеристики: основную (калибруется на газе (газовая смесь) по компонентному составу и условиях измерения, указанных заказчиком) и дополнительную (калибруется на воздухе, предназначенную для поверки).

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки и испытательное оборудование.

6.2 Проверить наличие технической и эксплуатационной документация фирмы-изготовителя в объеме достаточном для проведения поверки (наличие калибровочного сертификата обязательно).

6.3 Проверить работоспособность средств поверки.

6.4 Проверить соответствие условий проведения условиям поверки.

6.5 Расходомер монтируется в измерительную линию поверочной установки в соответствии с указаниями документа «Расходомеры-счетчики массовые серии ST. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ). Если диаметр условного прохода поверочной установки отличается от диаметра условного прохода внесенного в память поверяемого расходомера (диаметр на котором калибровался расходомер на фирме изготовителе), то в память расходомера вносят внутренний диаметр поверочной установки, определенный как среднее арифметическое значение результатов измерений не менее чем в четырех диаметральных направлениях. Относительная погрешность определения внутреннего диаметра трубопровода не должна превышать $\pm 0,1$ %. После проведения поверки, значение условного прохода в памяти поверяемого расходомера необходимо вернуть к первоначальному значению.

6.6 Средства измерений и вспомогательное оборудование готовится к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности расходомера документации на него;
- отсутствие механических дефектов;
- соответствие маркировки данным, указанным в РЭ;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке. В случае если расходомер находился в ремонте или на консервации, то в РЭ должна быть соответствующая отметка. После ремонта или расконсервации расходомер подвергается первичной поверке.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

7.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

7.2.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО) осуществляется путем сверки идентификационных данных ПО указанных в эксплуатационной документации на расходомер и идентификационных данных приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
1	2	3	4	5
ST50	5.50ST50	5.50	-	-
ST51	5.50ST51	5.50	-	-
ST75	5.50ST75	5.50	-	-
ST98	3.02PST98	3.02P	-	-
ST98L	3.02PST98L	3.02P	-	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
ST100	2,9XST100	2,9X	-	-
ST100L	2,9XST100L	2,9X	-	-
ST102	2,9XST102	2,9X	-	-
ST110	2,9XST110	2,9X	-	-
ST112	2,9XST112	2,9X	-	-

7.2.2 Результаты проверки по данному пункту считаются положительным, если при сверке выявлено полное соответствие идентификационных данных ПО, указанных в технической и/или эксплуатационной документация фирмы-изготовителя и таблицей 2, с учетом модели расходомера.

7.3 Опробование

7.3.1 При опробовании устанавливаются работоспособность расходомера и готовность к проведению измерений.

При этом проверяют:

- соблюдение требований безопасности и условий проведения поверки;
- правильность и надежность заземления;
- функционирование жидкокристаллического дисплея (при его наличии), исправность элемента управления и возможность беспрепятственной навигации по меню пользователя;
- работоспособность внешнего интерфейса (при использовании сервисного программного обеспечения);
- наличие выходного сигнала интерфейса связи (при наличии интерфейса связи).

Опробование проводят путем контроля измерения расхода газа.

7.3.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении/уменьшении расхода создаваемого поверочной установкой соответствующим образом изменяются значения расхода газа, измеренного расходомером (отображается на дисплее и/или отображается на экране ПЭВМ), а значение массы и/или объема газа возрастают.

7.4 Определение МХ

При определении относительной погрешности принимается, что возможности измерений массы и объема газа (газовой смеси) с нормированной погрешностью, установленные в технической документации на расходомеры, обеспечиваются, если получены положительные результаты определения относительной погрешности расходомеров при измерении массового расхода и/или объемного расхода газа (газовой смеси).

7.4.1 Определение погрешности при измерении расхода газа

7.4.1.1 Определение погрешности при измерении массового расхода² и/или объемного расхода газа приведенного к стандартным условиям проводят не менее чем в пяти контрольных точках ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) равномерно распределенных по всему диапазону измерения от q_{\min} (G_{\min}) до q_{\max} (G_{\max}), включая нижнее (от q_{\min} (G_{\min}) до $1,05 \cdot q_{\min}$ (G_{\min})) и верхнее (от $0,95 \cdot q_{\max}$ (G_{\max}) до q_{\max} (G_{\max})) значения расхода, где q_{\min} , q_{\max} – соответственно минимальный и максимальный объемный расход; G_{\min} , G_{\max} – соответственно минимальный и максимальный массовый расход.

7.4.1.2 С помощью поверочного оборудования, устанавливают необходимый расход $q_{\text{эт(раб)}}(G_{\text{эт}}^2)$, соответствующий контрольной точке.

7.4.1.3 После стабилизации задаваемого расхода проводят измерения в каждой контрольной точке при этом регистрируют $q_{\text{р(прив)}}(G_{\text{р}})$ и/или $G_{\text{р}}$ по показаниям расходомера при наличии ЖКИ или на экране ПЭВМ. Также регистрируется $q_{\text{эт(раб)}}(G_{\text{эт}})$ и значения температуры (t_i) и давления (P_i) измеряемой среды.

² – если поверочное оборудование воспроизводит только объемный расход, то массовый расход получают расчетным методом.

7.4.1.4 Далее рассчитать значение приведенного объемного расхода $Q_{ЭТ(прив)i}$ по показаниям поверочного оборудования в соответствии с формулой 1

$$Q_{ЭТ(прив)i} = Q_{ЭТ(раб)i} \cdot \frac{T_{прив}}{T_{раб}} \cdot \frac{P_{раб}}{P_{прив}} \cdot \frac{z_{раб}}{z_{прив}} \quad (1)$$

где $T_{прив}$ – абсолютная температура, к которой приводит объемный расход расходомер, в соответствии с технической и эксплуатационной документация фирмы-изготовителя, К;

$T_{раб}$ – абсолютная температура, при которой измерялся $Q_{ЭТ(раб)i}$, К;

$P_{прив}$ – абсолютное давление, к которому приводит объемный расход расходомер, в соответствии с технической и эксплуатационной документация фирмы-изготовителя, МПа;

$P_{раб}$ – абсолютное давление, при котором измерялся $Q_{ЭТ(раб)i}$, МПа;

$z_{прив}$ – фактор сжимаемости, в условиях к которому приводит объемный расход расходомер, в соответствии с технической и эксплуатационной документация фирмы-изготовителя,;

$z_{раб}$ – фактор сжимаемости, в условиях при котором измерялся $Q_{ЭТ(раб)i}$;

В соответствии с ГОСТ 2939, стандартные условия - абсолютное давление 0,101325 МПа, температура 20 °С (293,15 К).

В случае, если поверка проводится на воздухе и условия измеряемой среды соответствуют разделу 3 настоящего документа, то допускается в формуле 1 принять коэффициент сжимаемости ($z_{раб}/z_{прив}$) равным единице. В остальных случаях значение фактора сжимаемости и плотности в рабочих и стандартных условиях определяют по ГСССД в зависимости от газа (газовой смеси).

7.4.1.5 Для каждой контрольной точки рассчитывают $\delta_i(q)$ и/или $\delta_i(G)$.

$$\delta_{i(q)} = \frac{q_{р(прив)i} - q_{ЭТ(прив)i}}{q_{ЭТ(прив)i}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

$$\delta_{i(G)} = \frac{G - G_{ЭТi}}{G_{ЭТi}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

7.4.1.6 Результаты поверки по п. 7.4.1 считать положительными, если для каждой контрольной точки выполняется условие

$$|\delta_{i(q)}| \leq |\delta_{\text{допуск(осн)}}| \quad (|\delta_{i(G)}| \leq |\delta_{\text{допуск(осн)}}|)$$

где $\delta_{\text{допуск(осн)}}$ – пределы основной допускаемой относительной погрешности измерения (вычисления) расхода и количества газа, в соответствии с приложением А (в случае если условия калибровки отличаются от условий проведения поверки необходимо учитывать дополнительную погрешность).

Определение погрешности при измерении объема и массы газа

7.4.2 Поэлементный метод поверки

7.4.2.1 Расходомеры состоят из первичного преобразователя (ПП) в состав которого входит измерительный модуль (ИМ), и электронного блока (ЭБ). ИМ расходомера состоит из двух термопреобразователей сопротивления (Pt1000, далее - ТСП) расположенных внутри защитных гильз. Один измеряет температуру газа, а на втором поддерживается (с помощью постоянного тока) температура существенно большей измеряемой. При прохождении газа нагретый ТСП охлаждается и его сопротивление (выходной сигнал) изменяется, скорость охлаждения зависит от количества, скорости и свойств газа. Разность температур между двумя ТСП пропорциональна массовому расходу газа, значение которого вычисляется в электронном блоке (ЭБ). Далее происходит вычисление массы, объемного расхода и объема газа (приведенных к стандартным условиям) с учетом физических свойств газа, которые записаны в

ЭБ, как условно-постоянные.

7.4.2.2 Поэлементной поверке могут быть подвергнуты, только те расходомеры у которых в технической и/или эксплуатационной документация фирмы-изготовителя имеется отметка об этом (приведена инструкция и схема отсоединения ТСП от измерительного модуля, приведена схема подключения поверочного оборудования для воспроизведения сигналов поступающих от ТСП, приведена калибровочная таблица зависимости сопротивления поступающего на вход ЭБ и измеряемого расхода).

7.4.2.3 При поэлементной поверке, отдельно поверяют ТСП и ЭБ.

7.4.2.4 ТСП класс допуска А поверяют в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

7.4.2.5 С помощью поверочного оборудования подают сигнал (имитирующий ТСП) на вход ЭБ и фиксируют $q_{r(прив)}$ и/или G_r по показаниям расходомера при наличии ЖКИ или на экране ПЭВМ.

7.4.2.6 Значения и число контрольных точек в соответствии с калибровочной таблицей приведенной в в технической и/или эксплуатационной документация фирмы-изготовителя.

7.4.2.7 Результаты поверки по п.7.4.2 считать положительными, если ТСП входящие в состав расходомера находятся в классе допуска и значения $q_{r(прив)}$ и/или G_r полученные в результате поверки по п.п. 7.4.2.5, 7.4.2.6 находятся в диапазонах указанных в калибровочной таблице поверяемого расходомера.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94 или делают соответствующую запись в РЭ.

8.3 При отрицательных результатах поверки теплосчетчик к применению не допускают, оттиск поверительного клейма гасят, свидетельство о поверке аннулируют, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006-94, а теплосчетчик направляют в ремонт или для настройки (регулировки) производителю или авторизованной сервисной организации.

Заместитель руководителя ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»

 В.С. Марков

Начальник отдела информационного и
программного обеспечения
ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»

А.Ю. Поддубный

ПИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Модель	ST50, ST51	ST75, ST75V	ST98	ST98L
Исполнение ПП	погружное	проточное	погружное	проточное
Диапазон измерений массового расхода газа при измерении в трубопроводе круглого сечения, кг/ч	от 3,4 до 154000	от 0,1 до 1140	от 3,4 до 751000	от 0,02 до 1710
Пределы основной допустимой относительной погрешности измерения (вычисления) расхода и количества газа ^{*)} ($\delta_{\text{допуск(осн)}}$), %	$\pm (2 + 0,5 \frac{Q_{\text{max}}}{Q})$		$\pm (1 + 0,5 \frac{Q_{\text{max}}}{Q})$	
	где Q_{max} – наибольший предел измерений; Q – значение измеряемой величины.			
Пределы дополнительной допустимой относительной погрешности измерения (вычисления) расхода и количества газа при отклонении температуры и давления, от значений при которых проводилась калибровка, %	$\pm 0,03/$ на 1 °С $\pm 0,25/$ на 0,1 МПа			
Пределы дополнительной допустимой относительной погрешности измерения текущего времени, %	$\pm 0,01$			
Динамический диапазон	настраиваемый от 2:1 до 100:1		настраиваемый от 10:1 до 100:1	
Номинальный диаметр трубы	от 60 до 610 мм	$\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2"	от 50 до 1100 мм	1", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2"
Интерфейс связи	RS-232, HART		RS-232, HART, Profibus	
Параметры измеряемой среды: - диапазон избыточного давления, МПа - диапазон температур, °С	от 0 до 1,7 от минус 18 до плюс 120		от 0 до 1,7 от минус 70 до плюс 450	

Модель	ST100, ST102, ST110, ST112	ST100L
Исполнение ПП	погружное	проточное
Диапазон измерений массового расхода при измерении в трубопроводе круглого сечения, кг/ч	от 1,1 до 1250000	от 0,02 до 1710
Пределы основной допустимой относительной погрешности измерения (вычисления) расхода и количества газа ^{*)} ($\delta_{\text{допуск(осн)}}$), %	$\pm (0,75 + 0,5 \frac{Q_{\text{max}}}{Q})$	
	где Q_{max} – наибольший предел измерений; Q – значение измеряемой величины	
Пределы дополнительной допустимой относительной погрешности измерения (вычисления) расхода и количества газа при отклонении температуры и давления, от значений при которых проводилась калибровка, %	$\pm 0,03/$ на 1 °С $\pm 0,14/$ на 0,1 МПа	
Пределы дополнительной допустимой относительной погрешности измерения текущего времени, %	$\pm 0,01$	
Динамический диапазон	настраиваемый от 2:1 до 1000:1	
Номинальный диаметр трубы	от 50 до 3000 мм	1", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2"
Интерфейс связи	RS-485, MODBUS USB, HART, Foundation Fieldbus, Profibus	
Параметры измеряемой среды: - диапазон избыточного давления, МПа - диапазон температур, °С	от 0 до 7 от минус 40 до плюс 454	

^{*)} массового расхода и массы или объемного расхода и объема приведенных к стандартным условиям.