



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

« 25 » 10 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики газа термально-массовые ST10(x)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2510/2-311229-2021

г. Казань
2021

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики газа термально-массовые ST10(x) (далее – расходомеры-счетчики), изготовленные «Fluid Components International», США, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Расходомеры-счетчики состоят из первичного преобразователя (сенсора) и электронно-вычислительного блока (далее – ЭВБ). Расходомеры-счетчики имеют погружную конструкцию, в которой сенсоры монтируются на штанге, вводимой непосредственно в трубопровод круглого или прямоугольного сечения через отверстие в его стенке.

1.3 Поверка осуществляется в диапазоне измерений объемного расхода воздуха, приведенного к стандартным условиям, указанном в паспорте завода-изготовителя, с учетом площади трубопровода, на котором проводится поверка. Допускается проведение периодической поверки в меньшем динамическом диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме. Допускается проводить поверку только используемых каналов вывода на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

1.4 Расходомеры-счетчики соответствуют требованиям к разряду средства измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Росстандарта № 2825, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017.

1.5 Метрологические характеристики расходомеров-счетчиков подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки при первичной поверке. При периодической поверке метрологические характеристики расходомеров-счетчиков допускается определять методом косвенных измерений с применением эталонов и средств измерений, заимствованных из других поверочных схем (имитационный метод) кроме расходомеров-счетчиков модификации ST102A.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проливным методом*	9.1	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, имитационным методом**	9.2	Нет	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Определение относительной погрешности при воспроизведении выходного аналогового сигнала силы постоянного тока	9.3	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	11	Да	Да
<p>* При периодической поверке определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводят проливным или имитационным методом.</p> <p>** Применимо только для расходомеров-счетчиков модификации ST100A, ST102AA.</p> <p>Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.</p>			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки проливным методом должны соблюдаться следующие условия:

- 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 645 до 800 мм рт.ст.).

3.2 При поверке имитационным методом условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации средств поверки и расходомера-счетчика. Допускается проводить поверку имитационным методом без демонтажа расходомера-счетчика на месте эксплуатации. Работы проводят при стабильных температурах окружающей и рабочей сред. Расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков и солнечных лучей.

3.3 Стандартные условия – условия, соответствующие температуре 293,15 К (20 °С), абсолютному давлению 101325 Па (760 мм рт.ст.).

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
6, 7, 8, 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от минус 40 до 60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 1 °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы	

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
	допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5\%$ Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
7	Нутромер с относительной погрешностью измерений не более $\pm 0,2\%$ Штангенциркуль, суммарная относительная погрешность измерения внутреннего диаметра, рассчитанная по формуле 3, не должна превышать $\pm 0,2\%$ Толщиномер, суммарная относительная погрешность измерения внутреннего диаметра, рассчитанная по формуле 3, не должна превышать $\pm 0,2\%$	Нутромер микрометрический НМ 600 (регистрационный номер 784-08 в ФИФОЕИ) Штангенциркуль электронный, типа ШЦЦ-III-500 (регистрационный номер 36767-08 в ФИФОЕИ) Толщиномер ультразвуковой ВЗЛЕТ УТ (регистрационный номер 18810-05 в ФИФОЕИ)
9.1	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$	Установка поверочная расходомерная газовая УРГ-6500 (регистрационный номер эталона в реестре Федерального информационного фонда 3.2.ГШЯ.0007.2016) (далее – эталон расхода)
9.2	Средство измерений сопротивления с верхним пределом измерений 1500 Ом, абсолютная погрешность не более 0,25 Ом	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
9.3	Средство измерений силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 мкА	
8, 9	Персональный компьютер с программой для конфигурирования ST/MT 100 Series Configuration Application	

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик расходомера-счетчика с требуемой точностью.

4.3 Применяемые эталоны и средства измерений должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с расходомерами-счетчиками, правила технической эксплуатации электроустановок

потребителей, а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на данные средства поверки.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы расходомера-счетчика и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям паспорта;
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению расходомера-счетчика.

6.2 Поверку продолжают, если:

- состав и комплектность расходомера-счетчика соответствуют описанию типа и паспорту;
- отсутствуют механические повреждения расходомера-счетчика, препятствующие его применению.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 При поверке проливным методом средства поверки и расходомер-счетчик выдерживают при условиях, указанных в пункте 3.1, не менее двух часов.

7.2 Средства поверки и расходомер-счетчик подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.3 Проводят необходимые соединения расходомера-счетчика и средств поверки согласно эксплуатационным документам.

7.4 В случае использования при поверке программы для конфигурирования ST/MT 100 Series Configuration Application, подключают расходомер-счетчик к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением, воспользовавшись одним из интерфейсов связи, и устанавливают связь расходомера-счетчика и персонального компьютера.

7.5 При определении метрологических характеристик проливным методом расходомер-счетчик монтируют на эталоне расхода. В меню выбирают настройку для измерения расхода воздуха. Если поверку проводят на трубопроводе, отличном от трубопровода, на котором он эксплуатируется, то проводят измерение внутреннего диаметра измерительного трубопровода (далее – ИТ) D , мм, и вносят в память расходомера-счетчика. После завершения поверки в память вносят исходные настройки.

7.5.1 Измерение внутреннего диаметра ИТ проводят в трех поперечных сечениях ИТ: в сечении, проходящем через расходомер-счетчик, и в сечениях на расстоянии D и $2D$ перед расходомером-счетчиком. Если конструкция участка сварная, третье сечение должно быть в плоскости сварного шва.

7.5.2 Внутренний диаметр ИТ в каждом сечении измеряют не менее чем по четырем диаметральному направлениям, расположенным под одинаковым углом друг к другу. Внутренний диаметр в каждом диаметральному направлении определяют прямыми измерениями внутреннего диаметра ИТ или измерениями наружного (внешнего) диаметра и толщины стенок ИТ и рассчитывают по формуле:

$$D_{ij} = D_{n_{ij}} - (h_{ij}^1 + h_{ij}^2), \quad (1)$$

где D_{ij} – внутренний диаметр ИТ в i -м сечении j -го диаметрального направления, мм;

$D_{n_{ij}}$ – наружный диаметр ИТ в i -м сечении j -го диаметрального направления, мм;

h_{ij}^1, h_{ij}^2 – толщина стенок ИТ в i -м сечении j -го диаметрального направления, мм.

При этом наружная поверхность трубы должна быть тщательно очищена и не иметь вмятин и выступов.

7.5.3 Внутренний диаметр ИТ рассчитывают, как среднее арифметическое значение результатов всех измерений диаметра.

7.5.4 Результат расчета приводят к температуре 20 °С по формуле:

$$D_{20} = \frac{D}{1 + \alpha_{tu} \cdot (t_u - 20)}, \quad (2)$$

- где D – измеренное значение внутреннего диаметра, мм;
 α_{tu} – температурный коэффициент линейного расширения материала ИТ при температуре t_u , 1/°С (допускается определять в соответствии с приложением Г ГОСТ 8.586.1–2005);
 t_u – температура окружающей среды во время измерений, °С.

7.5.5 Относительную погрешность измерений внутреннего диаметра ИТ δD , %, принимают равной погрешности измерительного инструмента при прямом измерении или вычисляют по формуле при косвенном измерении:

$$\delta D = \sqrt{\left(\frac{D_n}{D}\right)^2 \cdot \delta D_n^2 + 4 \cdot \left(\frac{h}{D}\right)^2 \cdot \delta h^2}, \quad (3)$$

- где D_n – среднее значение наружного диаметра трубопровода, мм;
 h – среднее значение толщины стенок ИТ, мм;
 δD_n – погрешность измерений наружного диаметра, %, принимается равной погрешности измерительного инструмента;
 δh – погрешность измерений толщины, %, принимается равной погрешности измерительного инструмента.

Относительная погрешность измерений внутреннего диаметра ИТ не должна превышать $\pm 0,2$ %.

7.6 При определении относительной погрешности при воспроизведении выходного аналогового сигнала силы постоянного тока подключают калибратор к соответствующему аналоговому каналу вывода расходомера-счетчика.

7.7 Проводят опробование путем проверки общей работоспособности расходомера-счетчика, при этом контролируют результаты самодиагностики расходомера-счетчика при включении, контролируют отсутствие индикации сбоев и коммуникационных ошибок на показывающем устройстве (далее – дисплей) ЭВБ расходомера-счетчика в процессе эксплуатации или дисплее подключенного персонального компьютера. При применении проливного метода поверки проводят проверку индикации объемного расхода и объема на дисплее ЭВБ или персонального компьютера. При этом контролируют показания по измеряемому объемному расходу и объему при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды.

Результаты опробования расходомера-счетчика считают положительными если самодиагностика расходомера-счетчика прошла успешно, в процессе эксплуатации на дисплее ЭВБ расходомера-счетчика или дисплее персонального компьютера индикации сбоев и коммуникационных ошибок не возникло, в процессе эксплуатации в журнале ошибок не появилось сообщений о сбоях и ошибках, значения расхода на дисплее ЭВБ увеличиваются (уменьшаются) при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды, а значение объема измеряемой среды увеличивается.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверяют подлинность программного обеспечения расходомера-счетчика путем определения идентификационных данных (версия программного обеспечения) расходомера-счетчика и их сравнения с исходными идентификационными данными на дисплее ЭВБ или дисплее персонального компьютера с помощью программы для конфигурирования ST/MT 100 Series Configuration Application. Версия программного обеспечения индицируется на дисплее ЭВБ при включении. При определении идентификационных данных с помощью подключенного

к расходомеру-счетчику персонального компьютера и программы для конфигурирования ST/MT 100 Series Configuration Application, выбирается в меню вкладка Factory (заводские настройки) и подвкладка Identification (идентификация).

8.2 Результаты проверки подлинности программного обеспечения расходомера-счетчика считают положительными, если определенные идентификационные данные совпадают с данными, указанными в паспорте.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проливным методом

9.1.1 Относительную погрешность при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяют с помощью эталона расхода с диапазоном воспроизводимого объемного расхода, соответствующем рабочему диапазону поверяемого расходомера-счетчика. Диапазон измерения объемного расхода воздуха, приведенного к стандартным условиям, принимают указанный в паспорте, с учетом площади трубопровода, на котором проводится поверка.

В случае, если размер трубопровода эталонной установки не соответствует размеру трубопровода, указанного в паспорте, то производят пересчет диапазона измерений минимального и максимального расхода расходомера по формуле

$$Q_{p2} = Q_{p1} \cdot \frac{S_2}{S_1}, \quad (4)$$

- где Q_{p2} – эквивалентное значение объемного расхода для расходомера на эталонной установке, м³/ч;
 Q_{p1} – значение объемного расхода, указанное в паспорте, м³/ч (м³);
 S_2 – площадь поперечного сечения трубопровода эталонной установки, м²;
 S_1 – площадь поперечного сечения трубопровода, размеры которого указаны в паспорте, м².

Измерения проводят не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по всему рабочему диапазону измерения расходомера-счетчика, включая крайние точки диапазона. В каждой точке проводят измерение накопленного объема, приведенного к стандартным условиям, или среднее значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, за время не менее трех минут. Измерение повторяют не менее трех раз. Для модификации 102А и 102АА определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводят для каждого сенсора по отдельности.

9.1.2 Относительную погрешность при измерении объемного расхода и объема воздуха, приведенных к стандартным условиям, δ_Q , %, рассчитывают для каждого измерения по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q - Q_0}{Q_0} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

- где Q_0 – объемный расход (объем) воздуха, приведенный к стандартным условиям, измеренный эталоном расхода, м³/ч (м³);
 Q – объемный расход (объем) воздуха, приведенный к стандартным условиям, измеренный расходомером-счетчиком, м³/ч (м³).

9.2 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, имитационным методом

9.2.1 Проверка номинала калибровочных сопротивлений

9.2.1.1 Проверку номинала калибровочных сопротивлений проводят в следующей последовательности:

- отключают питание и открывают заднюю крышку расходомера-счетчика для доступа к блоку электроники (рисунок 1);

– с помощью калибратора проводят измерение значения сопротивления калибровочных сопротивлений R_{155} , R_{156} и R_{157} (рисунок 2);

– определяют отклонение измеренных значений сопротивлений от значений, записанных в памяти электронного блока ΔR_k , Ом по формуле

$$\Delta R_k = R_u - R_{exp}, \quad (6)$$

где R_u – сопротивления калибровочных сопротивлений измеренное калибратором, Ом;

R_{exp} – сопротивления калибровочных сопротивлений, записанное в памяти ЭВБ ($R_{k155}=1150$ Ом, $R_{k156}=1100$ Ом, $R_{k157}=1060$ Ом), Ом.

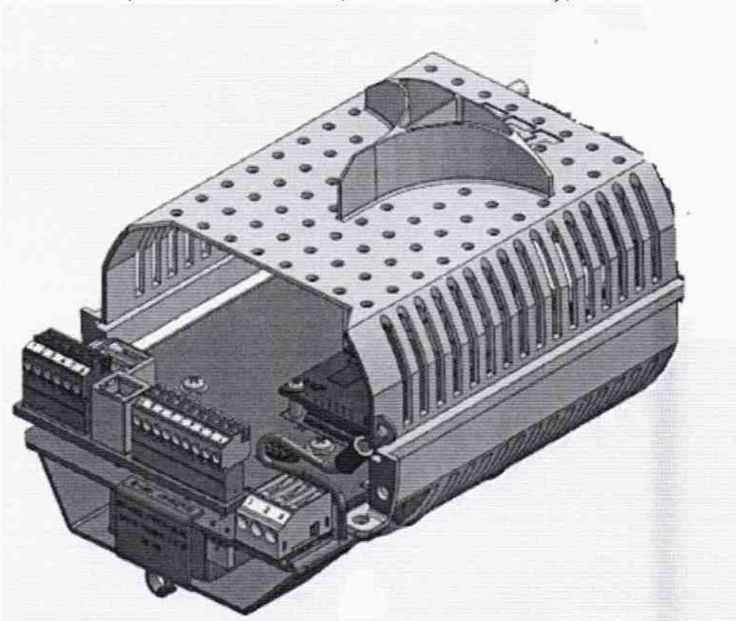


Рисунок 1 – Схема расположения плат в ЭВБ

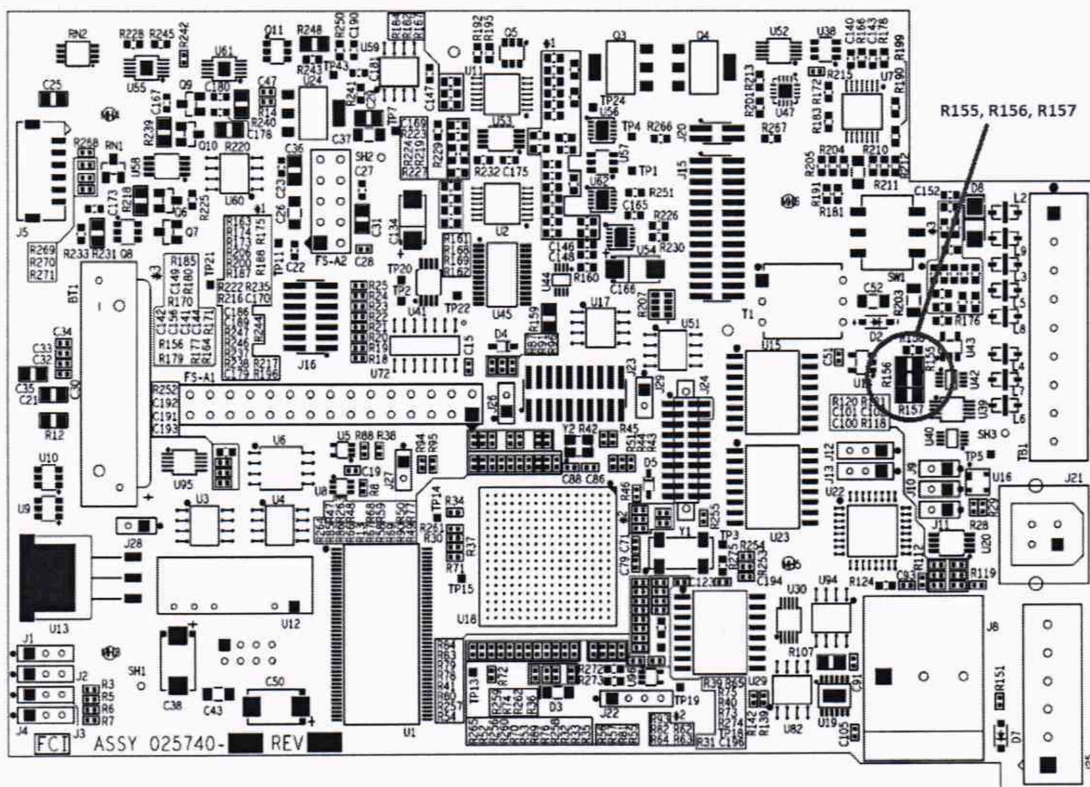


Рисунок 2 – Схема расположение элементов на плате

9.2.2 Проверка электронно-вычислительного блока

9.2.2.1 Проверяют соответствие заводского номера расходомера-счетчика, указанного на корпусе и считанного с помощью программы для конфигурирования ST/MT 100 Series Configuration Application.

9.2.2.2 С помощью компьютера или дисплея с кнопками осуществляют переход в раздел «Diagnostic» (Диагностика) и выбирают «iDR Scheduled Tests» или «Self-Test» (Имитационный тест с помощью внутренних референтных сопротивлений). Затем выбирают пункт меню FE (если сенсоров более одного, то процедуру повторяют для каждого из сенсоров FE1 и FE2).

9.2.2.3 Запускают внутренний тест сличения встроенных референтных сопротивлений, значение которых внесено в память электроники прибора, и которые не используются в ходе работы прибора, с измеренным электроникой значением сопротивлений. Для запуска выбирается команда «Run test now on FE» (запуск теста для сенсора FE). Для этого вводят пользовательский пароль 2772 для компьютера или E#C для ввода с дисплея. Тест проводится с использованием трех сопротивлений. Результаты теста выводятся на экран. Во время теста на дисплее расходомера-счетчика высвечивается предупредительный знак (⚠).

9.2.2.4 После окончания теста на дисплее появится информация об измеренном сопротивлении и значениях калибровочных сопротивлений, записанных в памяти ЭВБ. Пример отображения информации представлен на рисунке 3.

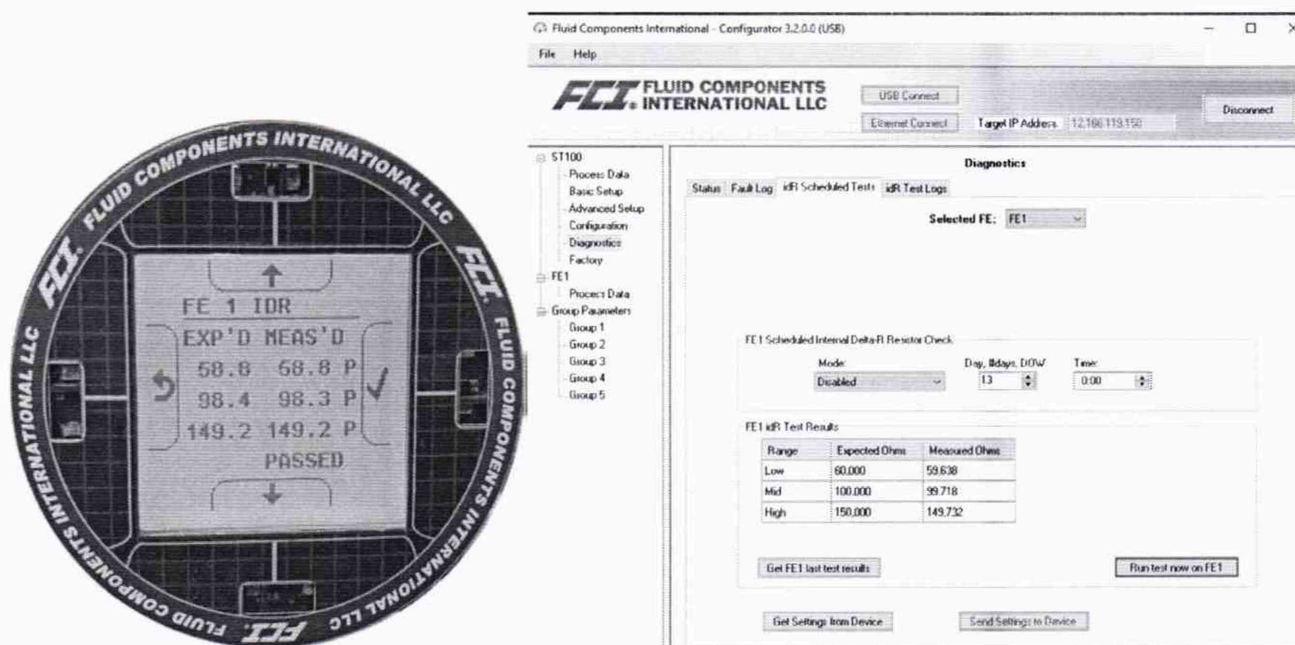


Рисунок 3 – Пример отображения результатов idR-проверки на дисплее расходомера-счетчика и на экране компьютера

9.2.2.5 Рассчитывают отклонение измеренных значений сопротивления от сопротивления калибровочных сопротивлений, записанных в памяти ЭВБ, ΔR , Ом

$$\Delta R = R_{meas} - R_{exp}, \quad (7)$$

где R_{meas} – значение сопротивления, измеренное расходомером-счетчиком, Ом.

9.2.3 Проверка сенсора

9.2.3.1 ЭВБ отключают от питающей электрической сети. Отсоединяют кабель сенсора от электронной платы расходомера-счетчика и выдерживают не менее 10 минут.

9.2.3.2 С помощью калибратора измеряют сопротивление между контактами клеммы «REF EXC» и «GND SEN» для пассивного сенсора, между клеммами «ACT EXC» и «GND SEN» для активного сенсора. Расположение и обозначение клемм приведено на рисунке 4.

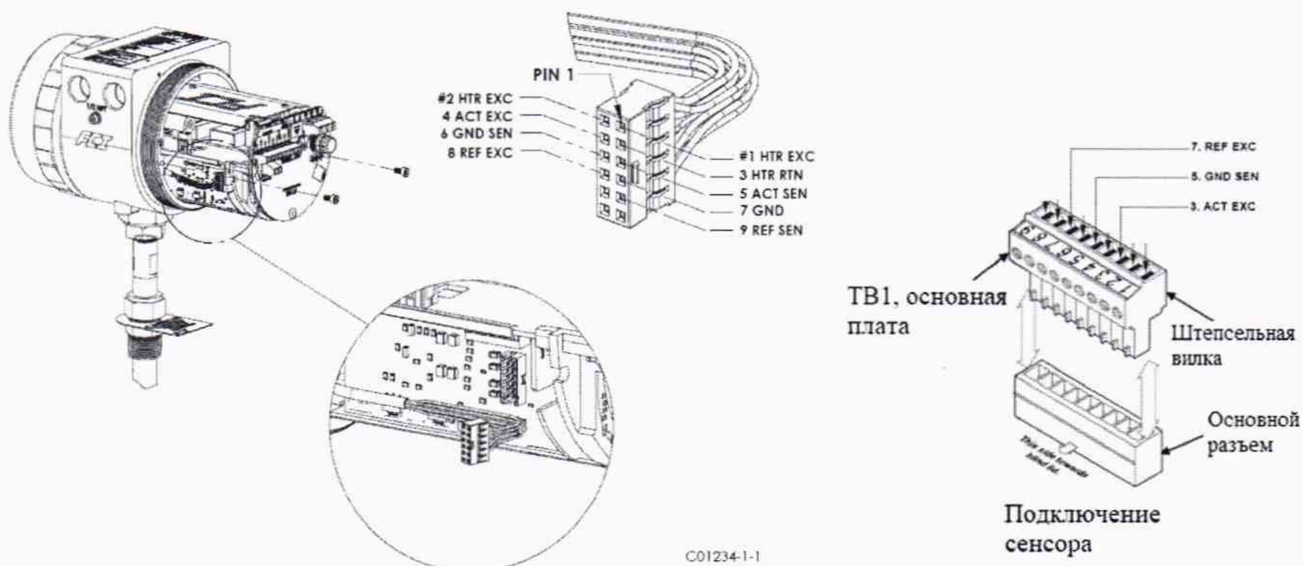


Рисунок 4 – Расположение и обозначение клемм ЭВБ

9.2.3.3 Рассчитывают отклонение измеренных значений сопротивлений активного сенсора и пассивного сенсора ΔR_c , Ом, по формуле

$$\Delta R_c = R_{ACT} - R_{REF}, \quad (8)$$

где R_{ACT} – измеренное значение сопротивления активного сенсора, Ом;
 R_{REF} – измеренное значение сопротивления пассивного сенсора, Ом.

9.3 Определение погрешности при воспроизведении выходного аналогового сигнала силы постоянного тока

9.3.1 Определение погрешности при воспроизведении выходных аналоговых токовых сигналов проводят в пяти точках диапазона, соответствующих 4; 8; 12; 16; 20 мА, при этом выполняют следующие операции:

- с помощью клавиатуры ЭВБ расходомера-счетчика или подключенного персонального компьютера задают величину выходного сигнала I_{AO} , мА, в каждой контрольной точке;
- измеряют величину выходного сигнала $I_{изм}$, мА, с помощью калибратора.

9.3.2 Рассчитывают приведенную погрешность при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{AO} - I_{изм}}{16 \text{ мА}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где I_{AO} – значение силы тока, задаваемое расходомером-счетчиком, мА;
 $I_{изм}$ – значение силы тока, измеренное калибратором, мА.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Расходомер-счетчик соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными, если:

- относительная погрешность при измерении объемного расхода и объема воздуха, приведенных к стандартным условиям, при проливном методе не превысила пределов, заданных по формуле (10), но не более $\pm 5,0\%$

$$\pm \left(0,75 + 0,5 \cdot \frac{Q_{\text{макс}}}{Q} \right), \quad (10)$$

где $Q_{\text{макс}}$ – верхняя граница диапазона измерения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, м³/ч;

Q – измеряемое значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, м³/ч;

– отклонения калибровочных сопротивлений от номинала, определяемые по 9.2.1, не превышают ± 3 Ом, отклонения измеренных значений сопротивления от сопротивления калибровочных сопротивлений, записанных в памяти ЭВБ, определяемые по 9.2.2, не превышают $\pm 0,5$ Ом; отклонения измеренных значений сопротивлений активного сенсора и пассивного сенсора, определяемые по 9.2.3, не превышают ± 20 Ом;

– приведенная погрешность при воспроизведении выходных аналоговых сигналов постоянного тока, определяемая по 9.3, не превысила $\pm 0,2$ %.

11 Оформление результатов поверки средства измерений

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца расходомера-счетчика или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.