

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»

А.В. Федоров

М.П.

2024 г.



«ГСИ. Расходомеры счетчики ультразвуковые ЭМИС-УЛЬТРА 290. Методика поверки»

ЭУ 290.00.00.МП

г. Москва
2024

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счётчики ультразвуковые ЭМИС-УЛЬТРА 290 (далее - расходомеры), выпускаемые в соответствии с ТУ 26.51.52-104-14145564-2024 «Расходомеры-счетчики ультразвуковые ЭМИС-УЛЬТРА 290 Технические условия», и устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Расходомеры предназначены для измерения объема газа при рабочих условиях, с возможностью измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям.

1.3 Поверку расходомеров осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

1.4 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров:

- к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017, в соответствии с ГПС для средств измерений объемного и массового расходов газа, согласно Приказу Росстандарта от 11.05.2022 г. №1133.

1.5 Рабочие эталоны 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 применяют для передачи единиц объемного и массового расходов газа средствам измерений методом непосредственного сличения. Соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности рабочих эталонов 2 разряда и средств измерений должно быть не более 1:2,5.

1.6 Рабочие эталоны в соответствии с Приказом Росстандарта № 2900 от 06 декабря 2022 г применяют для передачи единиц средствам измерений абсолютного давления методом непосредственного сличения. Соотношение пределов допускаемых абсолютных погрешностей при одном и том же значении давления зависит от разряда рабочего эталона (не более 1:4 для рабочих эталонов 3 разряда; не более 1:3 для рабочих эталонов 2 разряда; не более 1:2 для рабочих эталонов 1 разряда).

1.7 Рабочие эталоны в соответствии с Приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 применяют для передачи единиц средствам измерений температуры методом непосредственного сличения. Соотношение доверительных границ суммарной погрешности рабочего эталона и предела допускаемой погрешности средства измерений температуры должно быть не более 1:2,5.

2. Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	При первичной поверке	При периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 10 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме земного), а также вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу расходомера.

3.2 Поверочная среда (рабочая среда) – воздух.

3.3 Режим движения потока поверочной среды должен быть стационарным. Изменение среднего значения расхода рабочей среды в процессе поверки не должно превышать $\pm 1,5\%$ установленного значения.

3.4 Расход рабочей среды устанавливают в соответствии с указаниями, приведенными в соответствующих разделах настоящей инструкции.

3.5 Допускается не проводить определение относительной погрешности объема газа при рабочих условиях по цифровому выходу (или индикатору), если была определена относительная погрешность расходомеров по частотно-импульльному выходу и наоборот.

3.6 Допускается не проводить определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема, если была определена относительная погрешность расходомеров при измерении объемного расхода и наоборот.

3.7 На основании письменного заявления владельца или лица, представившего расходомеры на периодическую поверку, оформленного в произвольной форме допускается проводить поверку на меньшем числе поддиапазонов измерений расходов и/или для определения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа только при рабочих условиях.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие эксплуатационную документацию и настоящий документ.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Технические и метрологические характеристики средств поверки

№ пункта МП	Наименование средства поверки, метрологические и технические требования	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
10.1, 10.3	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 (далее – УГ или эталон).	Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7200 (регистрационный №67211-17)
10.3	Рабочие эталоны 1, 2, 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта №2900 от 06.12.2019 г. и приказом Росстандарта №2653 от 20.10.2022 г.	Калибратор давления СРС6050 (Рег. № 70999-18), в составе: - преобразователь давления (диапазон измерений абсолютного давления от 0 до 10,1 МПа, с пределами допускаемой основной погрешности: $\pm 0,01\%$ от ДИ); Калибратор давления СРГ2500 (Рег. № 54615-13) в составе: - преобразователь давления (диапазон измерений избыточного давления от 0 до 40 МПа, с пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,01\%$); - преобразователь давления (диапазон измерений барометрического давления от 55,2 до 117,2 кПа, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01\%$);
10.3	Рабочие эталоны 1, 2, 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта №3253 от 23.12.2022 г. приказом Росстандарта №3456 от 30.12.2019 г.	Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-150К (регистрационный №80030-20); измеритель температуры с погрешностью не более $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ совместно с термопреобразователем сопротивления по ГОСТ 6651-2009, класс допуска АА, МИТ 8.05 (регистрационный №19736-11) ТПТ-1 (регистрационный №46155-10)
10.1, 10.3	Частотомер электронно-счетный с диапазоном измерения частоты от $0,1$ до $1 \cdot 10^9$ Гц, относительная погрешность $\pm [\delta_o + 1/(f_x \cdot t_{сч})]$, где f_x – измеряемая частота, Гц; $t_{сч}$ – время счета частотомера, с; δ_o – относительная погрешность по частоте встроенного опорного генератора $\delta_o = \pm 5 \cdot 10^{-6}$ (за 12 мес.).	ЧЗ-84/2 (регистрационный №26596-04)

№ пункта МП	Наименование средства поверки, метрологические и технические требования	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
10.3	Магазин электрического сопротивления диапазон воспроизводимых значений сопротивления от 0,021 Ом до 111111,1 Ом ступенями через 0,01 Ом, класс точности $0,02/2,5 \cdot 10^{-7}$.	P4834 (регистрационный №11326-90)
10.3	Калибратор технологических процессов, диапазон изменения тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,0002 \cdot I_{yct} + 5k)$ мА; диапазон изменения напряжения до 1000 мВ, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,0002 \cdot U_{yct} + 11k)$ мВ	AM-7111 (регистрационный №47242-11)
10.4	Мультиметр цифровой с пределами допускаемой погрешности при измерении силы постоянного тока на пределе измерений 100 мА: $\pm (0,010 \cdot 10^{-2} \cdot I_{изм} + 0,004 \cdot 10^{-2} \cdot I_{пред})$, где $I_{изм}$ – измеряемая сила тока, мА; $I_{пред}$ – предел измерений, мА, $I_{пред}=100$ мА; на пределе измерений 10 мА: $\pm (0,050 \cdot 10^{-2} \cdot I_{изм} + 0,020 \cdot 10^{-2} \cdot I_{пред})$, где $I_{изм}$ – измеряемая сила тока, мА; $I_{пред}$ – предел измерений, мА, $I_{пред}=10$ мА.	Agilent 34401A (регистрационный №16500-97)
10.1, 10.2, 10.3	Прибор комбинированный с погрешностью измерений влажности $\pm 3\%$ и погрешностью измерений температуры $\pm 0,5$ °C.	Testo 608-H1 (регистрационный №53505-13)
10.1, 10.2, 10.3	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, диапазон измерений давления от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ кПа, пределы допускаемой дополнительной погрешности $\pm 0,5$ кПа.	БАММ-1 (регистрационный №5738-76)
10.1, 10.2, 10.3	Персональный компьютер (ПК) с установленным программным обеспечением (ПО) ЭМИС-Интегратор.	
10.1, 10.2, 10.3	Преобразователь интерфейса RS485/USB	ЭМИС-СИСТЕМА 750
10.1, 10.2, 10.3	Источник питания постоянного тока с возможностью воспроизведения 24 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 4\%$	Источник питания постоянного тока APS-7306, контроль напряжения осуществляется Agilent 34401A (регистрационный №16500-97)

5.2 Все применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

5.3 Допускается использовать другие эталоны и средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому расходомеру.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на расходомер и средства поверки.

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии со следующими документами:

- правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);
- правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

6.3 Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки должны быть читаемыми.

6.4 Доступ к средствам измерений и обслуживаемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным.

6.5 Рабочее давление применяемых средств поверки, указанное в эксплуатационной документации, должно соответствовать условиям поверки.

6.6 К выполнению работ при проведении поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучившие эксплуатационную документацию и настоящий документ.

6.7 При появлении течи рабочей среды и в других ситуациях, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают. В дальнейшем обслуживающий персонал руководствуется эксплуатационными документами на средства поверки.

6.8 Управление поверочной установкой и другими средствами поверки проводят лица, прошедшие обучение, проверку знаний и допущенные к их обслуживанию.

7. Внешний осмотр средств измерений

7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют:

- отсутствие механических повреждений, препятствующих его применению;
- надписи и обозначения на расходомере читаемы и соответствуют требованиям эксплуатационной документации;
- комплектность расходомера соответствует указанной в документации;
- целостность пломб, установленных изготовителем для предотвращения несанкционированного доступа к результатам измерений;
- соответствие модификации расходомера его маркировке;
- соответствие внешнего вида расходомера описанию типа.

7.2 Результат поверки считается положительным, если по внешнему виду и маркировке расходомер соответствует требованиям п.п. 7.1 методики поверки.

7.3 Расходомер, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Расходомер принимают на поверку:

- очищенным от загрязнений и консервационных смазок;
- с эксплуатационными документами, установленными при утверждении типа средств измерений и входящими в комплектацию расходомера;
- с методикой поверки (при наличии ее в комплектности расходомера);

8.2 При подготовке к поверке расходомера выполняют следующие операции:

- проверяют соответствие условий поверки требованиям, изложенным в разделе 3 настоящей методики поверки;
- расходомер и средства поверки выдерживают до начала проведения поверки в помещении, где проводят поверку;
- подготавливают к работе поверочную установку и средства измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- расходомер устанавливают на поверочную установку в соответствии с порядком действий, указанным в руководстве по эксплуатации поверочной установки и подготавливают расходомер к работе в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации;
- для расходомеров модификации ВВ2 проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или знаков поверки в эксплуатационной документации, или наличие данных в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, подтверждающих факт действующей поверки первичного измерительного преобразователя давление и (или) температуры, используемых в комплекте с расходомером; проверяется соответствие установленных пределов токового выходного сигнала или сигнала по напряжению первичного измерительного преобразователя давления и расходомера.

8.3 Опробование

При проведении поверки опробование проводят в следующей последовательности:

- устанавливают расходомер на рабочий участок поверочной установки;
- воспроизводят расход измеряемой среды в пределах диапазона измерений расходомера и проверяют наличие показаний на индикаторе и сигналов на частотно-импульсном выходе.

Результаты опробования расходомера считают положительными, если значения скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления (для модификаций ВВ1 и ВВ2) соответствуют значениям, перечисленным п.3

Допускается совместить данный раздел с разделом 10 методики поверки.

В случае проведения поверки имитационным методом опробование не проводится, а значения параметров температуры и давления контролируются на этапе выполнения п.10.2.

9. Проверка идентификационных данных программного обеспечения

9.1 Расходомеры модификаций ВВ1 и ВВ2 имеют встроенное программное обеспечение (далее – ПО), устанавливаемое при выпуске из производства. В таблице 3 указаны идентификационные данные ПО расходомеров, которые указаны в описании типа средств измерений поверяемых расходомеров.

9.2 Для проверки идентификационных данных в качестве контрольного признака ПО принимается номер версии (идентификационный номер) ПО, который указывается в паспорте поверяемого расходомера.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО расходомеров в соответствии с описанием типа средства измерений

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	EU290
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.X*
Цифровой идентификатор	-

* X – обозначение версии метрологически незначимой части ПО, может принимать значения от 0 до 9. Версия ПО указывается в паспорте расходомера.

9.3 При поверке расходомера результаты проверки по контролю идентификационных данных ПО считаются положительными, если номер версии (идентификационный номер) встроенного ПО, указанный в паспорте поверяемого расходомера, соответствуют данным таблицы 3.

9.4 При положительных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого расходомера поверка продолжается по операциям, указанным в таблице 1.

9.5 При отрицательных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого расходомера поверку расходомера прекращают, считая результаты поверки расходомера отрицательными.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях проливным методом и подтверждение ее соответствия метрологическим требованиям.

10.1.1 Относительную погрешность расходомеров измерений объема определяют:

- 1) по цифровому выходу;
- 2) по частотно-импульльному выходу.

10.1.2 Измерения выполняют при следующих контрольных значениях объемного расхода:

- при поверке в полном диапазоне: $(1,0-2,0) \cdot Q_{min}$, $(0,8-1,0) \cdot Qt$ и $(0,5-1,0) \cdot Q_{max}$;
- при поверке в поддиапазоне от Q_{min} до Qt : $(1,0-2,0) \cdot Q_{min}$, $(0,8-0,99) \cdot Qt$;
- при поверке в поддиапазоне от Qt до Q_{max} : $(1,0-1,2) \cdot Qt$ и $(0,5-1,0) \cdot Q_{max}$.

(Q_{min} - значение наименьшего объемного расхода, $m^3/ч$; Qt - значение переходного объемного расхода, $m^3/ч$; Q_{max} - значение наибольшего объемного расхода, $m^3/ч$; значения Q_{min} , Qt , Q_{max} берутся из паспорта на поверяемый расходомер).

10.1.3 При каждом значении объемного расхода проводят не менее трех измерений длительностью не менее 60 с каждое.

10.1.4 Рассчитывают относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях δ , %, по формуле:

$$\delta_{ji} = \frac{V_{ji} - V_{3ji}}{V_{3ji}} \cdot 100, \quad (1)$$

где j, i – индексы точки объемного расхода и номера измерения;

V – объемный расход (объем), измеренный расходомером, $m^3/ч$ (m^3);

V_3 – объемный расход (объем), измеренный поверочной установкой, приведенный к условиям измерений объемного расхода (объема) расходомером, $m^3/ч$ (m^3).

10.1.5 Результаты поверки считают положительными, если погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не выходят за пределы, указанные в Приложении А.

10.2 Определение относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях имитационным методом и подтверждение ее соответствия метрологическим требованиям.

Проверка имитационным методом может быть выполнена одним из двух способов:

- со снятием расходомера с трубопровода;
- без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации.

При проведении поверки имитационным методом соблюдают условия, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Условия проведения имитационной поверки

Наименование параметра	Значение
Изменение абсолютного давления поверочной среды, %	±0,4
Изменение температуры поверочной среды, °С	±0,4

10.2.1 При проведении поверки со снятием расходомера с трубопровода выполняют следующие операции:

10.2.1.1 Поверку расходомера, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха (Таблица 4). На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи тестового газа в корпус расходомера, заглушки для расходомеров модификации ВВ2 дополнительно должны быть оснащены отверстиями для монтажа преобразователей температуры и давления. Для поверки расходомера модификации ВВ2 подключают преобразователи температуры и давления.

10.2.1.2 Корпус расходомера заполняют поверочной средой, пока абсолютное давление газа не достигнет значения, соответствующего среднему рабочему давлению, но не менее 0,2 МПа. После чего для стабилизации температуры и давления выдерживают расходомер не менее 1 часа. В качестве поверочной среды рекомендуется использовать газ с известной скоростью звука, например азот (особой чистоты по ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия). Внутреннюю полость корпуса расходомера перед заполнением азотом необходимо предварительно продуть тем же азотом. Рекомендуется перед подачей азота из корпуса расходомера откачать воздух. Поверка начинается, если изменение получаемых значений скорости звука в газе в течении 15 минут не будет превышать 0,03 м/с.

Примечание: допускается проводить поверку по п.10.2.1.2 при любом значении давления измеряемой среды в пределах диапазона, указанного паспорте на расходомер, но не менее 0,2 МПа.

10.2.1.3 Определение относительной погрешности измерений скорости звука и проверку стабильности нуля расходомера проводят в следующей последовательности:

- измеряют температуру и давление газа (температуру, давление и влажность при проведении имитационной поверки на воздухе) в корпусе расходомера;
- измеряют скорость звука в газе и скорость газа с помощью поверяемого расходомера согласно руководству по эксплуатации;
- измерения проводят в течении 15 минут;
- по измеренным значениям температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при проведении имитационной поверки на воздухе) определяют скорость звука в газе (способы расчета скорости звука в газе приведены в приложении А).

10.2.1.4 Относительную погрешность измерений скорости звука в газе δ_C , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_C = \frac{C - C_3}{C_3} \cdot 100, \quad (2)$$

где C – среднее значение скорости звука, измеренное расходомером, м/с;

C_3 – среднее значение скорости звука, определенное расчетным путем согласно приложению Б, м/с

10.2.1.5 Результаты поверки считают положительными, если для каждой пары ультразвуковых преобразователей:

- относительная погрешность измерений скорости звука в газе в каждой точке не

превышает $\pm 0,3\%$;

- измеренная скорость газа в измерительном участке не превышает 0,03 м/с.

Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях принимают равной значению, указанному в приложении А.

10.2.2 При проведении поверки без снятия расходомера с трубопровода выполняют следующие операции:

Примечание: Проведение поверки без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации возможно только в том случае, если участок трубопровода с установленным расходомером может быть полностью изолирован, в корпусе расходомера отсутствует поток газа и обеспечивается возможность измерения температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при поверке на воздухе) внутри измерительного трубопровода.

10.2.2.1 Участок трубопровода в 5Ду до и после расходомера, а также сам расходомер должны быть закрыты от попадания солнечных лучей и находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса расходомера и поверхности трубопровода.

10.2.2.2 Теплоизолируют участок измерительного трубопровода с расходомером.

10.2.2.3 Работы проводят при рабочем давлении и стабильных температурах окружающей рабочей среды.

10.2.2.4 Обеспечивают отсутствие движения газа в измерительном трубопроводе.

10.2.2.5 Проверяется стабилизация температуры в пределах 0,5 °С в течении 15 минут. Поверка начинается, если изменение получаемых значений скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать 0,03 м/с.

10.2.2.6 Контролируют давление в изолированной части трубопровода. Изменение давления в изолированной части трубопровода означает наличие протечек через запорную арматуру. В этом случае поверку расходомера проводят любым другим методом, указанным в методике поверки.

10.2.2.7 Определение относительной погрешности измерений скорости звука и проверку стабильности нуля расходомера проводят в следующей последовательности:

- измеряют температуру и давление газа (температуру, давление и влажность при проведении имитационной поверки на воздухе) в измерительном участке расходомера;
- измеряют скорость звука в газе и скорость газа с помощью поверяемого расходомера согласно руководству по эксплуатации;
- измерения проводят в течении 15 минут;
- по измеренным значениям температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при проведении имитационной поверки на воздухе) определяют скорость звука в газе (способы расчета скорости звука в газе приведены в приложении Б).

10.2.2.8 Относительную погрешность измерений скорости звука в газе δ_c , %, рассчитывают по формуле (2).

10.2.2.9 Результаты поверки считают положительными, если для каждой пары ультразвуковых преобразователей:

- относительная погрешность измерений скорости звука в газе в каждой точке не превышает $\pm 0,3\%$;
- измеренная скорость газа в измерительном участке не превышает 0,03 м/с.

Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях принимают равной значению, указанному в приложении А.

10.3 Определение относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям (для расходомеров модификаций ВВ1 и ВВ2) и подтверждение ее соответствия метрологическим требованиям.

10.3.1 Определение относительной погрешности измерительного канала температуры измеряемой среды проводить только для расходомеров модификаций ВВ1 и ВВ2 (модификация ВВ1 и ВВ2 указывается в паспорте).

10.3.1.1 Для расходомеров модификации ВВ1 поверку измерительного канала температуры проводить при двух значениях температуры в диапазоне от T_{min} до $+30^{\circ}\text{C}$ и от $+50^{\circ}\text{C}$ до T_{max} .

Демонтированный первичный измерительный преобразователь температуры установить в термостат, выполнить не менее двух измерений температуры. Измеренные значения по расходомеру $t_{изм}$ и эталону t_3 зафиксировать и занести в протокол произвольной формы.

Допускается поверку канала температуры расходомера проводить на поверочной установке или на трубопроводе, в т.ч. без демонтажа первичного измерительного преобразователя температуры из расходомера. При этом рядом с местом установки расходомера в поверочную среду установить эталонный датчик температуры или в качестве эталонного датчика можно использовать датчик температуры, входящий в состав поверочной установки.

Поверку канала температуры с погрешностью 0,4% допускается проводить при одном значении температуры.

Относительную погрешность $\delta'(t)$, %, измерительного канала температуры расходомера модификации ВВ1 определить, по формуле:

$$\delta'(t) = \left(\frac{t_{изм} - t_3}{t_3 + 273,15} \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры измеряемой среды по расходомеру, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – значение температуры измеряемой среды, заданное эталоном, $^{\circ}\text{C}$.

10.3.1.2 Для расходомеров модификации ВВ2 определение относительной погрешности измерений температуры среды проводить с помощью магазина сопротивлений, подключив его вместо первичного измерительного преобразователя температуры к расходомеру, для трех значений температуры t_3 , равномерно распределенных по диапазону измерений температуры измеряемой среды от T_{min} до T_{max} , указанной в паспорте расходомера.

Для выбранных значений температуры магазином сопротивлений задать значения сопротивления, соответствующие номинальной статической характеристике используемого термопреобразователя по ГОСТ 6651-2009.

Для каждого заданного значения температуры t_3 зафиксировать по одному показанию температуры на расходомере $t_{изм}$, результаты занести в протокол произвольной формы.

Относительную погрешность $\delta'(t)$, %, измерительного канала температуры измеряемой среды в случае применения совместно с расходомером модификации ВВ2 по формуле:

$$\delta'(t) = \frac{\sqrt{\Delta t^2 + \Delta t_{dt}^2}}{t_3 + 273,15} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где Δt_{dt} – допускаемая абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя температуры, $^{\circ}\text{C}$, определяемая согласно ГОСТ 6651-2009;

Δt – абсолютная погрешность измерения температуры среды, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t = t_{изм} - t_3, \quad (5)$$

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры измеряемой среды по расходомеру, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – значение температуры измеряемой среды, заданное магазина

сопротивлений, °С.

10.3.1.3 Измерительный канал температуры расходомера считают выдержавшим поверку, если полученные по формуле (3) или (4) значения относительной погрешности измерительного канала температуры измеряемой среды не превышают $\delta(t)$, указанное в паспорте на расходомер (0,25%, 0,4%).

10.3.2 Определение относительной погрешности измерительного канала давления измеряемой среды проводить только для расходомеров модификаций ВВ1 и ВВ2 для установленного диапазона используемого первичного измерительного преобразователя давления.

10.3.2.1 Для расходомеров модификации ВВ1 относительную погрешность измерений давления среды проводить с помощью калибратора давления, последовательно задать давление, соответствующие трем точкам, равномерно распределенным в диапазоне измерения давления от P_{min} до P_{max} с отклонением 5%, где P_{min} – нижний предел диапазона измерений измерительного канала давления, P_{max} – верхний установленный предел диапазона измерений измерительного канала давления. P_{min} и P_{max} указаны в паспорте расходомера.

Для каждого заданного значение давления, зафиксировать по одному значению давления при прямом и обратном ходе, результаты занести в протокол произвольной формы.

Значение относительной погрешности измерительного канала давления среды $\delta'(P)$, %, для расходомера модификации ВВ1, рассчитывают по формуле:

$$\delta'(P) = \left(\frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{эт}} \right) \cdot 100\% + 0,2, \quad (6)$$

где $P_{изм}$ – значение абсолютного давления, измеренное расходомером, МПа;

$P_{эт}$ – значение абсолютного давления, измеренное калибратором давления, МПа.

Полученные по формуле (6) значения относительной погрешности измерительного канала давления не должны превышать $\delta(P)$, указанное в паспорте на расходомер (0,25%, 0,3%, 0,6%, 0,75%, 1%, 1,2%, 1,7%).

10.3.2.2 Для расходомеров модификации ВВ2 определение относительной погрешности измерений давления среды проводить с помощью калибратора тока (напряжения), подключив его вместо первичного измерительного преобразователя давления к расходомеру, для трех значений давления, равномерно распределенным в диапазоне измерения давления от P_{min} до P_{max} , где P_{min} – нижний предел диапазона измерений измерительного канала давления расходомера, P_{max} – верхний установленный предел диапазона измерений первичного измерительного преобразователя давления. P_{min} и P_{max} указаны в паспорте расходомера.

Для каждого значения тока (напряжения) определить значение давления, зафиксировать по показаниям расходомера по одному значению давления, результаты занести в протокол произвольной формы.

Значение относительной погрешности преобразования и вычисления давления среды $\delta'(P)$, %, расходомера модификации ВВ2, рассчитывают по формуле:

$$\delta'_B(P) = \left(\frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{эт}} \right) \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $P_{изм}$ – значение абсолютного давления, измеренное расходомером, МПа;

$P_{эт}$ – значение абсолютного давления, соответствующее заданному значению тока (напряжения), МПа

Полученные по формуле (7) значения относительной погрешности преобразования и вычисления давления не должны превышать границ, определяемых выражением:

$$\delta_B(P) = \pm \frac{P_{max} - P_0}{P_{min}} \cdot \gamma_B, \quad (8)$$

где γ_B – предел основной приведенной погрешности преобразования и вычисления давления, $\pm 0,1\%$;

P_{max} – верхний установленный предел диапазона измерений первичного измерительного преобразователя давления (указывается в паспорте первичного измерительного преобразователя давления и расходомера), МПа;

P_{min} – нижний предел диапазона измерений измерительного канала давления расходомера (указывается в паспорте расходомера), МПа;

P_0 – нижний предел диапазона измерений первичного измерительного преобразователя давления (указывается в паспорте первичного измерительного преобразователя давления и расходомера), МПа.

В случае применения первичного измерительного преобразователя давления с цифровым выходным сигналом операция не выполняется, $\delta_b(P)$ принимается равной нулю.

Относительную погрешность $\delta'(P)$, %, измерительного канала давления измеряемой среды определить по формуле:

$$\delta'(P) = \pm(\sqrt{\delta_d(P)^2 + \delta_b(P)^2}), \quad (9)$$

где $\delta_b(P)$ – допускаемая относительная погрешность преобразования и вычисления давления, определяемая по формуле (8);

$\delta_d(P)$ – допускаемая относительная погрешность первичного измерительного преобразователя давления с учетом дополнительной погрешности от влияния температуры окружающей среды, %, определяемая по формуле

$$\delta_d(P) = \frac{P_{max} - P_0}{P_{min}} \cdot \sqrt{\gamma^2 + \gamma_{\text{доп}}^2}, \quad (10)$$

где P_{min} – значение нижней границы диапазона измерений измерительного канала давления, указанного в паспорте на расходомер, МПа;

P_{max} – верхний установленный предел диапазона измерений первичного измерительного преобразователя давления, указанный в паспорте первичного измерительного преобразователя давления, МПа;

P_0 – нижний предел диапазона измерений первичного измерительного преобразователя давления (указывается в паспорте первичного измерительного преобразователя давления и расходомера), МПа.

γ – допускаемая основная приведенная к диапазону измерений погрешность первичного измерительного преобразователя давления в модификации ВВ2 (согласно эксплуатационной документации на первичный измерительный преобразователь), %;

$\gamma_{\text{доп}}$ – допускаемая дополнительная приведенная к диапазону измерения погрешность от воздействия изменений температуры окружающей среды первичного измерительного преобразователя давления в модификации ВВ2 (согласно эксплуатационной документации на первичный измерительный преобразователь), %,

10.3.2.3 Полученные по формуле (6) и (9) значения относительной погрешности измерительного канала давления не должны превышать $\delta(P)$, указанное в паспорте на расходомер (0,25%, 0,3%, 0,6%, 0,75%, 1%, 1,2%, 1,7%).

10.3.3 Относительная погрешность измерительного канала объема газа, приведенного к стандартным условиям (для расходомеров модификаций ВВ1 и ВВ2).

Относительную погрешность измерительного канала объема газа, приведенного к стандартным условиям, массы газа вычислить по формуле

$$\delta'(V_{ct}, M) = \pm\sqrt{\delta_b(K)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P)^2 + \delta(V)^2}, \quad (11)$$

- где $\delta_B(K)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислений коэффициента сжимаемости (плотности) измеряемой среды, $\pm 0,2\%$;
- $\delta(t)$ – предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала температуры – указывается в паспорте на расходомер;
- $\delta(P)$ – предел допускаемой относительной погрешности измерительного канала давления – указывается в паспорте на расходомер;
- $\delta(V)$ – предел допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объема измеряемой среды при рабочих условиях – указывается в паспорте на расходомер.

Измерительный канал объема газа, приведенный к стандартным условиям считают выдержавшим поверку, если полученное значение относительной погрешности $\delta'(V_{ct}, M)$ не превышает предела $\delta(V_{ct}, M)$, указанного в приложении А.

10.4 Определение приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 мА до 20 мА и подтверждение ее соответствия метрологическим требованиям.

10.4.1 Поверку проводят только для расходомеров с токовым выходным сигналом.

10.4.2 К соответствующему каналу подключают мультиметр, установленный в режим измерения силы постоянного тока (от 4 мА до 20 мА), в соответствии с эксплуатационной документацией.

10.4.3 С помощью расходомера устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки 4; 8; 16; 20 мА.

Считывают показания входного сигнала с расходомера-счетчика и в каждой контрольной точке рассчитывают приведенную погрешность при измерении аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 мА до 20 мА $\delta_{I_{вх}}$, % по формуле

$$\delta_{I_{вх}} = \frac{I_{изм} - I_{эт}}{16} \cdot 100, \quad (12)$$

где $I_{изм}$ – значение тока, соответствующее показанию расходомера-счетчика в контрольной точке, мА;

$I_{эт}$ – показание мультиметра в контрольной точке, мА

Если показания расходомера-счетчика можно посмотреть только в единицах измеряемой величины, то вычисляют значение тока $I_{изм}$ по линейной функции преобразования.

10.4.4 Результаты поверки считают положительными, если для каждой контрольной точки приведенная погрешность при преобразовании цифрового сигнала в аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 мА до 20 мА, не выходит за пределы, указанные в приложении А.

11.Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки расходомера подтверждаются сведениями о результатах его поверки,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца расходомера или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке расходомера, и (или) в паспорт расходомера вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению расходомера.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблицы А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода, м ³ /ч	от 0,4 до 665 000 ¹⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях ²⁾ , % - в диапазоне $Q_{\min} \leq Q^3) < Q_t^3)$	$\pm 0,9 (\pm 1,1); \pm 1,0 (\pm 1,2); \pm 1,1 (\pm 1,3); \pm 1,4 (\pm 1,6);$ $\pm 1,5 (\pm 1,7); \pm 1,7 (\pm 1,9); \pm 2,0 (\pm 2,2); \pm 2,5 (\pm 2,7);$ $\pm 3,0 (\pm 3,2); \pm 3,5 (\pm 3,7);$
- в диапазоне $Q_t^3) \leq Q^3) \leq Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\pm 0,7); \pm 0,7 (\pm 0,9); \pm 0,9 (\pm 1,1); \pm 1,0 (\pm 1,2);$ $\pm 1,4 (\pm 1,6); \pm 1,5 (\pm 1,7); \pm 1,7 (\pm 1,9); \pm 2,0 (\pm 2,2);$ $\pm 2,5 (\pm 2,7); \pm 3,0 (\pm 3,2);$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа ²⁾ , % – в диапазоне $Q_{\min} \leq Q < Q_t^3)$	$\pm 1,0 (\pm 1,2); \pm 1,4 (\pm 1,6); \pm 1,5 (\pm 1,7); \pm 1,7 (\pm 1,9);$ $\pm 2,0 (\pm 2,2); \pm 2,1 (\pm 2,3); \pm 2,5 (\pm 2,7); \pm 3,0 (\pm 3,2);$ $\pm 3,3 (\pm 3,5); \pm 4,0 (\pm 4,2);$
– в диапазоне $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}^3)$	$\pm 0,75 (\pm 1,0); \pm 1,0 (\pm 1,2); \pm 1,1 (\pm 1,3); \pm 1,4 (\pm 1,6);$ $\pm 1,5 (\pm 1,7); \pm 1,7 (\pm 1,9); \pm 2,0 (\pm 2,2); \pm 2,5 (\pm 2,7);$ $\pm 3,0 (\pm 3,2); \pm 4,0 (\pm 4,2)$
Пределы допускаемой приведенной погрешности к диапазону измерений при преобразовании цифрового значения в аналоговый выходной сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА, %	$\pm 0,05$
Примечания:	
¹⁾ - указаны минимальное и максимальное значение объемного расхода газа при рабочих условиях для всех исполнений расходомеров, конкретное значение Q_{\min} (наименьший объемный расход) и Q_{\max} (наибольший объемный расход) указываются в паспорте;	
²⁾ - выбирается из ряда, конкретное значение указывается в паспорте на расходомер;	
³⁾ - Q - измеряемый объемный расход, м ³ /ч; Q_t – переходный объемный расход, м ³ /ч (конкретное значение Q_t указывается в паспорте и может принимать значения от 0,05 до 0,15 от Q_{\max}).	
⁴⁾ - В скобках указаны погрешности при имитационной поверке (применима для расходомеров не менее Ду 50 мм).	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Скорость звука в азоте рассчитывают по ГСССД МР 228-2014.

Скорость звука в азоте для значений температуры от минус 20 °С до плюс 40 °С и абсолютном давлении от 0,1 МПа до 2 МПа приведены в таблице Б.1. Допускается при проведении поверки использовать значения, полученные методом линейной интерполяции по температуре и давлению из данных таблицы Б.1.

Таблица Б.1 – Значения скорости звука в азоте

Абсолютное давление, МПа	Температура, °С												
	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0,1	324,35	327,55	330,73	333,86	336,96	340,05	343,09	346,11	349,1	352,08	355,01	357,91	360,82
0,2	324,41	327,63	330,8	333,95	337,07	340,15	343,2	346,24	349,23	352,22	355,16	358,09	360,98
0,3	324,47	327,7	330,89	334,04	337,17	340,27	343,35	346,37	349,4	352,37	355,32	358,26	361,16
0,4	324,53	327,78	330,98	334,16	337,28	340,39	343,47	346,52	349,53	352,52	355,49	358,41	361,33
0,5	324,61	327,85	331,08	334,25	337,41	340,53	343,62	346,66	349,7	352,69	355,66	358,6	361,51
0,6	324,67	327,94	331,18	334,37	337,53	340,66	343,74	346,81	349,84	352,85	355,81	358,77	361,7
0,7	324,76	328,05	331,28	334,48	337,64	340,79	343,89	346,95	350,01	353,02	355,99	358,96	361,87
0,8	324,85	328,13	331,38	334,6	337,78	340,92	344,03	347,12	350,15	353,18	356,16	359,13	362,08
0,9	324,92	328,24	331,48	334,72	337,91	341,06	344,18	347,27	350,31	353,35	356,34	359,32	362,25
1,0	325,02	328,33	331,61	334,85	338,03	341,19	344,34	347,43	350,49	353,53	356,53	359,5	362,44
1,1	325,11	328,44	331,72	334,96	338,18	341,36	344,49	347,6	350,67	353,71	356,69	359,69	362,64
1,2	325,21	328,55	331,84	335,09	338,31	341,49	344,65	347,76	350,84	353,87	356,89	359,89	362,83
1,3	325,31	328,67	331,98	335,25	338,46	341,66	344,81	347,93	351,02	354,07	357,09	360,07	363,03
1,4	325,42	328,79	332,09	335,38	338,61	341,81	344,97	348,08	351,19	354,24	357,27	360,26	363,23
1,5	325,55	328,91	332,23	335,52	338,76	341,97	345,13	348,27	351,36	354,44	357,46	360,47	363,44
1,6	325,65	329,03	332,37	335,66	338,91	342,13	345,32	348,45	351,55	354,61	357,66	360,67	363,64
1,7	325,78	329,16	332,52	335,82	339,07	342,31	345,48	348,64	351,74	354,82	357,86	360,88	363,86
1,8	325,89	329,31	332,65	335,97	339,24	342,46	345,65	348,81	351,93	355,01	358,05	361,08	364,07
1,9	326,03	329,44	332,8	336,12	339,4	342,63	345,84	348,99	352,12	355,22	358,26	361,3	364,27
2,0	326,17	329,58	332,95	336,29	339,57	342,81	346,02	349,18	352,32	355,42	358,47	361,49	364,49

Скорость звука в аргоне для значений температуры от минус 20 °С до плюс 40 °С и абсолютном давлении от 0,1 МПа до 2 МПа приведены в таблице Б.2. Допускается при проведении поверки использовать значения, полученные методом линейной интерполяции по температуре и давлению из данных таблицы Б.2.

Таблица Б.2 – Значения скорости звука в аргоне

Абсолютное давление, МПа	Температура, °С												
	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0,1	296,33	299,25	302,15	305,02	307,87	310,66	313,46	316,23	318,96	321,68	324,36	327,04	329,69
0,2	296,33	299,26	302,17	305,05	307,9	310,73	313,52	316,28	319,03	321,75	324,44	327,12	329,77
0,3	296,34	299,28	302,2	305,08	307,94	310,77	313,57	316,35	319,1	321,83	324,53	327,22	329,88
0,4	296,33	299,3	302,22	305,11	307,98	310,82	313,64	316,42	319,19	321,92	324,63	327,32	329,97
0,5	296,34	299,31	302,24	305,15	308,03	310,89	313,7	316,49	319,26	321,99	324,72	327,4	330,08
0,6	296,36	299,33	302,27	305,19	308,08	310,93	313,76	316,57	319,33	322,08	324,8	327,5	330,18
0,7	296,36	299,34	302,32	305,23	308,12	310,99	313,83	316,63	319,41	322,17	324,91	327,6	330,28
0,8	296,37	299,37	302,34	305,27	308,17	311,05	313,89	316,71	319,5	322,26	324,99	327,71	330,39
0,9	296,39	299,4	302,38	305,32	308,23	311,11	313,96	316,79	319,57	322,35	325,08	327,81	330,5
1,0	296,4	299,43	302,41	305,36	308,28	311,18	314,04	316,87	319,66	322,44	325,19	327,9	330,6
1,1	296,43	299,46	302,46	305,42	308,35	311,24	314,11	316,95	319,75	322,54	325,27	328	330,7
1,2	296,43	299,49	302,49	305,47	308,41	311,3	314,18	317,02	319,83	322,63	325,38	328,11	330,82
1,3	296,46	299,51	302,52	305,52	308,47	311,38	314,25	317,1	319,93	322,72	325,48	328,21	330,93
1,4	296,49	299,56	302,59	305,56	308,53	311,45	314,34	317,19	320,01	322,82	325,59	328,32	331,04
1,5	296,51	299,59	302,62	305,63	308,59	311,51	314,41	317,27	320,11	322,92	325,68	328,43	331,16
1,6	296,55	299,63	302,68	305,68	308,66	311,59	314,5	317,36	320,19	323,01	325,79	328,54	331,26
1,7	296,58	299,67	302,72	305,74	308,72	311,67	314,58	317,45	320,29	323,11	325,9	328,66	331,39
1,8	296,6	299,71	302,78	305,81	308,79	311,75	314,67	317,56	320,4	323,22	326	328,77	331,52
1,9	296,64	299,76	302,84	305,87	308,86	311,83	314,74	317,65	320,5	323,33	326,12	328,89	331,63
2,0	296,68	299,81	302,88	305,94	308,94	311,91	314,84	317,74	320,6	323,43	326,23	329	331,75

Б.3 Скорость звука в воздухе рассчитывают по ГСССД МР 176-2010.

Б.4 Скорость звука в природном газе рассчитывают по ГОСТ Р 8.662-2009.