

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

ВНИИР – филиала

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.С. Тайбинский

М.П.

«10» ноября 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ЭЛЕМЕР-РУЗ-03

Методика поверки

МП 1779-13-2025

Заместитель начальника отдела
НИО-13

Д.Д. Хабибуллина

Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

г. Казань

2025 г.

1. Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 (далее – расходомеры или ЭЛЕМЕР-РУЗ-03) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений (имитационная поверка).

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1×10^{-16} до 100 А, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 методом непосредственного сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 методом непосредственного сличения.

В настоящей методике реализованы методы поверки непосредственным сличением, имитационным методом с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03, имитационным методом без демонтажа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03. Имитационные методы могут быть применены только при периодической поверке ЭЛЕМЕР-РУЗ-03.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования: метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода газа при рабочих условиях ¹⁾ , м ³ /ч	от 1,4 до 11450
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях ^{2), 4)} , % - в диапазоне измерений $Q_{\text{наим}} \leq Q < Q_{\text{переход}}$ - в диапазоне измерений $Q_{\text{переход}} \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,0; \pm 1,4; \pm 2,0;$ $\pm 3,0; \pm 5,0$ $\pm 0,5; \pm 0,7; \pm 1,0;$ $\pm 1,5; \pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях ^{3), 4)} , % - в диапазоне измерений $Q_{\text{наим}} \leq Q < Q_{\text{переход}}$ - в диапазоне измерений $Q_{\text{переход}} \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,2; \pm 1,5; \pm 2,1;$ $\pm 3,1; \pm 5,1$ $\pm 0,75; \pm 0,9;$ $\pm 1,2; \pm 1,6; \pm 2,1$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока ⁵⁾ , %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры, °C	$\pm 0,25$
Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, %	$\pm 0,01$
¹⁾ Фактический диапазон измерений для каждого расходомера-счетчика указывается в паспорте. ²⁾ Выбирается из ряда, конкретное значение указывается в паспорте расходомера-счетчика. $Q_{\text{наим}}$ – наименьший измеряемый объемный расход при рабочих условиях (нижний предел измерений) ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 (указывается в паспорте на расходомер-счетчик). $Q_{\text{переход}}$ – переходный объемный расход при рабочих условиях, определяемый как $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$. $Q_{\text{наиб}}$ – наибольший измеряемый объемный расход при рабочих условиях (верхний предел измерений) ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 (указывается в паспорте на расходомер-счетчик). ³⁾ Данные метрологические характеристики обеспечиваются только при применении термопреобразователей сопротивления классов допуска А или АА по ГОСТ 6651-2009 и преобразователей давления измерительных с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении давления не более $\pm 0,3$ %. ⁴⁾ При проведении периодической поверки имитационным методом пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа равны значению, утвержденному при первичной поверке проливным методом. Исключение составляют ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с пределами допускаемой относительной погрешности измерений при первичной поверке $\pm 0,5$ %. При проведении периодической поверки имитационным методом таких ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях равны значению $\pm 0,7$ %; пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, равны значению $\pm 0,9$ %. ⁵⁾ При наличии в ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 токового выходного сигнала.	

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях	10.1	Да	Да

Определение приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры	10.3	Да	Да
Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа	10.4	Да	Нет
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях	10.5	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.6	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

3.2 При проведении поверки с использованием поверочных установок (поверочная среда – воздух или природный газ) условия поверки должны соответствовать эксплуатационной документации на применяемую установку. Рабочее давление на поверочной установке должно быть не более допустимого рабочего давления поверяемого расходомера.

3.3 Поверку имитационным методом на месте эксплуатации, допускается проводить в текущих рабочих условиях окружающей и измеряемой (поверочной) среды, соответствующих условиям эксплуатации расходомера.

3.4 Для внешних термопреобразователей сопротивления и преобразователей давления измерительных соблюдают условия в соответствии с методиками поверки на данные средства измерения.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на применяемые и поверяемые СИ, и прошедшие инструктаж в установленном порядке.

Работы по проведению поверки допускается проводить одному специалисту.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 или 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов и пределов допускаемой относительной погрешности расходомеров должно быть: при использовании критических сопел - не более 1/2,5; при использовании эталонных расходомеров и поверочных установок при избыточном давлении - не более 1/2	Установки поверочные газодинамические ИРВИС-УПГ-М, регистрационный номер 66309-16 Установки поверочные газовые «Аврора», регистрационный номер 82840-21 (далее – поверочная установка)
	Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности ±3 %	Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10, регистрационный № 27728-09
10.2 Определение приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1·10 ⁻¹⁶ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091, диапазон измерений и воспроизведения от 0 до 25 мА	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000», регистрационный номер 85582-22 (далее – калибратор)
10.3 Определение абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры	Эталон единицы электрического сопротивления постоянного тока 4 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456, диапазон измерений и воспроизведения от 0 до 4000 Ом	
Примечания		
1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью.		
2 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.		
3 Допускается проводить периодическую поверку расходомеров в меньшем диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца расходомеров с соответствующим занесением диапазонов измерений в свидетельство о поверке и паспорт		

5.2 Также при проведении поверки применяют:

- Аттестованное программное обеспечение (при необходимости), реализующее методы расчета (определения) в соответствии с нормативными документами, устанавливающими метод расчета физических свойств измеряемой среды, коэффициента сжимаемости и/или плотности, а также скорости звука;
- Сервисное программное обеспечение «HART MultiConfig» или «Modbus MultiConfig».

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на расходомер;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

6.2 При появлении утечки газа и других ситуациях, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть приостановлена до устранения неисправностей.

6.3 Монтаж и демонтаж расходомера должен производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

6.4 Монтаж и демонтаж электрических цепей расходомера и средств поверки должен производиться при отключенном питании всех устройств.

6.5 Источником опасности при проведении поверки является – электрический ток, применяемый для работы поверочного оборудования.

7. Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомеров следующим требованиям:

- внешний вид расходомеров должен соответствовать изображениям, приведённым в описании типа;
- комплектность и маркировка расходомеров должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на расходомерах не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих их применению.

7.2 По результатам внешнего осмотра поверитель принимает решение о проведении дальнейшей поверки или устранению выявленных дефектов (при наличии), в случае невозможности устранения дефектов проведение поверки прекращается.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют выполнение условий по разделам 3, 4, 5, 6 настоящей методики поверки;
- проверяют на отсутствие ошибок и подготавливают к работе средства поверки и расходомеры в соответствии с их эксплуатационными документами;
- при поверке методом непосредственного сличения и имитационным методом с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 очищают проточную часть расходомера от налетов и отложений.

8.2 Опробование

8.2.1 При проведении поверки методом непосредственного сличения расходомер монтируют на поверочную установку в соответствии с его эксплуатационными документами. Удостоверяются в отсутствии выхода поверочной среды из конструктивных элементов расходомера в соответствии с эксплуатационными документами на поверочную установку.

Опробование осуществляют путем изменения расхода на поверочной установке в пределах диапазона измерений расходомера. При этом, изменяя расход газа, убеждаются в изменении показаний расходомера.

Результат опробования расходомера при проведении поверки методом непосредственного сличения считают положительным если при увеличении (уменьшении) расхода газа на поверочной установке увеличиваются (уменьшаются) значения расхода газа по показаниям расходомера. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

8.2.2 При проведении поверки имитационным способом убеждаются в показаниях расходомера по измерительным каналам расхода, давления (при наличии выходного сигнала давления) и температуры (при наличии выходного сигнала температуры) в эксплуатационном режиме до выполнения процедуры перекрытия расхода при поверке без демонтажа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода или до снятия расходомера при поверке с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода. При наличии индикатора убеждаются в изменении данных на индикаторе при нажатии управляющих кнопок.

Результат опробования расходомера при проведении поверки имитационным методом считают положительным если в эксплуатационном режиме значения расхода газа, давления газа (при наличии выходного сигнала давления), температуры газа (при наличии выходного сигнала температуры) по показаниям расходомера не равны нулю и имеют динамическое изменение при изменении эксплуатационных режимов; на индикаторе (при его наличии) изменяются данные при нажатии управляющих кнопок. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9. Проверка программного обеспечения

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным.

Для подтверждения соответствия программного обеспечения проводят проверку идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения. Для просмотра наименования и номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения необходимо включить персональный компьютер (с установленным программным обеспечением) и зафиксировать в появившемся окне идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения расходомера идентификационное наименование и номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

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

10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проводят методом непосредственного сличения при первичной или периодической поверке по п. 10.1.1 или имитационным методом при периодической поверке по п. 10.1.2.

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях методом непосредственного сличения

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проводят при значениях объемного расхода газа, выбранных в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Точки объемного расхода газа при поверке методом непосредственного сличения

Номер точки	Значения расхода для номинальных диаметров расходомеров DN до 250 мм включительно	Значения расхода для номинальных диаметров расходомеров DN 300 мм
1	$Q_{\text{наим}}$	$Q_{\text{наим}}$
2	$Q_{\text{переход}}$	$Q_{\text{переход}}$
3	$0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$
4	$0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$
5	$0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$
6	$Q_{\text{наиб}}$	-
Примечания 1 Значения $Q_{\text{наим}}$ и $Q_{\text{наиб}}$ указаны в паспорте прибора 2 Значение $Q_{\text{переход}}$ определяется как $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$		

Точность задания от требуемой точки расхода: +10 % при $Q_{\text{наим}}$, -5 % при $Q_{\text{наиб}}$ и ± 10 % в остальных точках.

Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

При каждом значении объемного расхода газа выполняют не менее трех измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерения не менее 60 секунд. В случае использования импульсного выходного сигнала количество импульсов с поверяемого расходомера при проведении каждого измерения должно быть не менее 10000. Относительную погрешность расходомеров при измерении объемного расхода газа δ , %, определяют по формуле

$$\delta = \frac{Q_{\text{ис}} - Q_{\text{etal}}}{Q_{\text{etal}}} 100, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ис}}$ – объемный расход, измеренный расходомером, м³/ч;

Q_{etal} – объемный расход по показаниям поверочной установки, м³/ч.

Примечания:

1. Допускается введение корректировочных коэффициентов;
2. Метрологические характеристики расходомеров при измерении объема газа принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объемного расхода газа.

Расходомер считается прошедшим поверку, если полученные значения относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода газа и объема газа при рабочих условиях не превышают значений, приведенных в таблице 1 настоящей методики.

10.1.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях имитационным методом

Поверка имитационным методом может быть выполнена:

- без демонтажа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода;
- с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода.

Допускается (при наличии конструктивной возможности) закачка внутрь изолированного измерительного участка с расходомером воздуха или газа с известными физико-химическими свойствами и скоростью звука в нем.

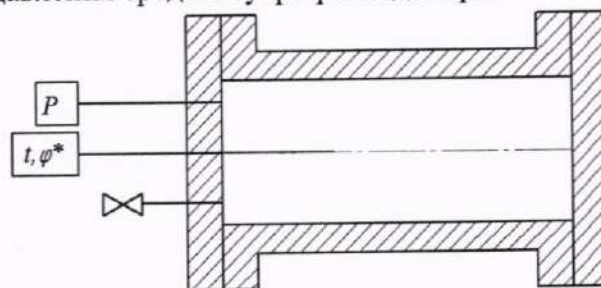
ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 в процессе поверки не должен подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей и источников тепла для недопущения конвекционных потоков внутри расходомера.

Расходомер, заполненный поверочной (измеряемой) средой, выдерживают не менее 3 часов для обеспечения стабилизации температуры и давления при неизменной температуре окружающей среды. Температура поверочной среды считается стабилизированной, если её изменение в ходе измерений не превышает $\pm 0,2$ °С.

10.1.2.1 Проведение имитационной поверки расходомера с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода.

Демонтируют расходомер с трубопровода в соответствии с руководством по эксплуатации на расходомер. Полость расходомера герметично закрывают со стороны фланцев заглушками.

При отсутствии установленных непосредственно в корпус расходомера термопреобразователя сопротивления и преобразователя давления измерительного, заглушки фланцев должны быть оснащены конструктивными приспособлениями для монтажа средств измерения температуры и давления среды внутри расходомера.



P – преобразователь давления, t – термопреобразователь сопротивления, φ – преобразователь температуры и влажности
* – при необходимости

Рисунок 1 – Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом с демонтажем ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с трубопровода

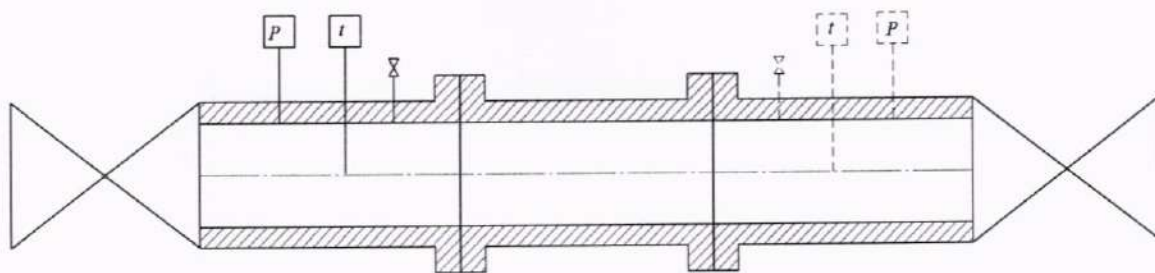
При использовании в качестве поверочной среды газа с известными физико-химическими свойствами и скоростью звука в нем заглушки фланцев должны быть оснащены конструктивным приспособлением для закачки газа в корпус расходомера.

Допускается проводить имитационную поверку окружающим воздухом при атмосферном давлении в корпусе расходомера. При этом необходимо дополнительно измерять влажность окружающего воздуха для расчета скорости звука.

10.1.2.2 Проведение имитационной поверки расходомера без демонтажа с трубопровода.

Проведение имитационной поверки расходомера без демонтажа с трубопровода возможно как с заполнением полости расходомера тестовым газом, так и с использованием непосредственно рабочего газа с известным компонентным составом.

Изолируют расходомер в линии. При отсутствии установленных непосредственно в корпус расходомера термопреобразователя сопротивления и преобразователя давления измерительного в изолированный измерительный участок устанавливают средства измерений температуры и давления.



P – преобразователь давления, t – термопреобразователь сопротивления

Рисунок 2 – Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом без демонтажа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с измерительной линией

Допускается проводить поверку окружающим воздухом при атмосферном давлении в корпусе расходомера. При этом необходимо дополнительно измерять влажность окружающего воздуха для расчета скорости звука.

Допускается заполнение участка трубопровода с расходомером газом с известными физическими свойствами до давления $P_{абс} \approx 0,5$ МПа или выше, например, азотом техническим 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293-74 или иным газом с известным компонентным составом.

10.1.2.3 Проверка стабильности нуля расходомера и относительной погрешности измерений скорости звука по каждому акустическому измерительному каналу расходомера

Проверку стабильности нуля расходомера проводят в следующей последовательности:

- обеспечивают полное отсутствие движения измеряемой среды в полости расходомера;
- в течение 15 минут проводят не менее пяти измерений скорости потока поверочной среды при нулевом значении расхода с осреднением полученных результатов.

Результаты поверки считаются положительными, если средняя измеренная скорость потока поверочной среды при нулевом значении расхода не превышает $\pm 0,03$ м/с.

Определение относительной погрешности измерений скорости звука по каждому акустическому измерительному каналу расходомера проводят в следующей последовательности:

- считывают измеренное ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 значение скорости звука в поверочной среде по каждому измерительному каналу. Считывание измеренных значений проводят не менее пяти раз в течение 15 минут, полученные результаты усредняют.

- при каждом считывании расходомером значения скорости звука в поверочной среде фиксируют значения температуры и давления поверочной среды, а также влажности окружающей среды (при поверке окружающим воздухом при атмосферном давлении) с последующим осреднением всех параметров.

- рассчитывают скорость звука в газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя усредненные значения температуры, давления и влажности (при поверке окружающим воздухом при атмосферном давлении), учитывая компонентный состав газа если поверка проводилась на газе с известными физическими свойствами.

Относительную погрешность измерений скорости звука по каждому акустическому измерительному каналу расходомера δ_{C_i} , %, определяют по формуле

$$\delta_{C_i} = \frac{C_i - C_{эi}}{C_{эi}} \cdot 100, \quad (2)$$

где C_i – среднее значение скорости звука, измеренное i-тым измерительным каналом ЭЛЕМЕР-РУЗ-03, м/с;

$C_{эi}$ – среднее значение скорости звука в поверочной среде, определенное расчетным путем в момент проведения измерений i-тым измерительным каналом, м/с.

Результаты проверки считают положительными, если относительная погрешность измерений скорости звука по каждому акустическому измерительному каналу расходомера не превышает $\pm 0,3\%$.

Соблюдение требований к вышеуказанным параметрам обеспечивает измерение объемного расхода в рабочих условиях с пределами допускаемой относительной погрешности, соответствующими указанным в таблице 1 настоящей методики.

10.2 Определение приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока

Данный пункт выполняется только при наличии токового выходного сигнала в расходомере.

Подключают калибратор к расходомеру и устанавливают на выходе токового канала расходомера, согласно руководству по эксплуатации, последовательно значения силы постоянного тока 4; 12; 20 мА, при каждом значении производят не менее трех измерений. Фиксируют значение силы постоянного тока с дисплея калибратора. Рассчитывают приведенную к диапазону токового выхода погрешность расходомеров при преобразовании измеренного значения объемного расхода в сигнал силы постоянного электрического тока по формуле

$$\gamma_{I_{\text{вых}}} = \frac{I_{\text{вых}} - I_3}{16} \cdot 100, \quad (3)$$

где $I_{\text{вых}}$ – значение силы постоянного электрического тока, воспроизводимое расходомером в проверяемой точке, мА;

I_3 – значение силы постоянного электрического тока, измеренное калибратором в проверяемой точке, мА.

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока не превышают значений, приведенных в таблице 1 настоящей методики.

10.3 Определение абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры

Подключают калибратор к соответствующему входу расходомера и воспроизводят калибратором последовательно значения сопротивления согласно точкам поверки, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Номинальные статические характеристики для термопреобразователей сопротивления Pt100

Номер точки поверки	Задаваемое калибратором значение сопротивления, Ом	Значение температуры в соответствии с ГОСТ 6651—2009 для НСХ платиновых термометров сопротивления типа Pt100 ($R_0=100$ Ом, $\alpha=0,00385$ °C ⁻¹), °C
1	80,31	-50
2	90,19	-25
3	100,00	0
4	109,73	25
5	119,40	50
6	130,90	80

Считывают значение температуры с индикатора расходомера или по цифровому выходному сигналу расходомера. Рассчитывают абсолютную погрешность преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры по формуле

$$\Delta_T = T_i - T_{\text{табл}}, \quad (4)$$

где T_i – значение температуры, считанное с индикатора расходомера или по цифровому выходному сигналу расходомера, °C;

$T_{\text{табл}}$ – значение температуры из таблицы 5, соответствующее заданному сопротивлению на калибраторе, °C.

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры не превышают значений, приведенных в таблице 1 настоящей методики.

10.4 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа

Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа определяют, как относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа.

В расходомер в соответствии с руководством по эксплуатации на ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 вводят значения параметров измеряемой среды:

- молярные доли компонентов газовой смеси, %;
- значение плотности измеряемой среды при стандартных условиях, кг/м³;
- значение температуры измеряемой среды, °C;
- значение давления измеряемой среды, МПа;
- значение расхода измеряемой среды при рабочих условиях (из измерительного диапазона испытываемого расходомера).

Считывают с расходомера вычисленное значение коэффициента сжимаемости.

Рассчитывают относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа

$\delta_{\text{выч}}$, %, по формуле

$$\delta_{\text{выч}} = \frac{Z_{\text{выч}} - Z_{\text{расч}}}{Z_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (5)$$

$$Z_{\text{расч}} = \frac{Z_{\text{р.у.}}}{Z_{\text{с.у.}}}, \quad (6)$$

- где
- $Z_{\text{выч}}$ – значение коэффициента сжимаемости, вычисленное расходомером;
 - $Z_{\text{расч}}$ – расчетное значение коэффициента сжимаемости газа;
 - $Z_{\text{р.у.}}$ – расчетное значение, коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях;
 - $Z_{\text{с.у.}}$ – расчетное значение, коэффициента сжимаемости газа при стандартных условиях.

Примечание: расчетные значения коэффициента сжимаемости определяют по соответствующему нормативному документу, устанавливающему процедуру расчета физических свойств измеряемой среды (для природного газа, например, по ГОСТ 30319.2-2015).

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным

условиям, массового расхода и массы газа не превышают значений, приведенных в таблице 1 настоящей методики.

10.5 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях

Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях определяют по формуле

$$\delta_{q_c} = \sqrt{\delta_q^2 + \delta_T^2 + \delta_p^2 + \delta_{\text{выч}}^2}, \quad (7)$$

где δ_q – относительная погрешность при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %;

δ_T – относительная погрешность при измерении температуры, %;

δ_p – относительная погрешность при измерении абсолютного давления, %;

$\delta_{\text{выч}}$ – относительная погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, %.

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях, не превышают значений, приведенных в таблице 1 настоящей методики.

10.6 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, и критерии принятия поверителем решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям установлены в п.п. 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 настоящей методики.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколами поверки произвольной формы.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки расходомер признают годным к применению, по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Также указывается в каком диапазоне поверен расходомер. Знак поверки наносится в паспорт расходомера и (или) на свидетельство о поверке (при его оформлении).

11.3 При отрицательных результатах поверки расходомер признается непригодным к применению, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».